

Diseño del Proceso de Recolección y Disposición de Madera y Sustrato Residual,
Generados en el Proceso Productivo de Claveles en la Empresa Mg Consultores, Sede
Scarlett

Nathalie Andrea Contreras Clavijo
Andrea Johanna Guerrero Bayona

Universidad El Bosque
Facultad De Ingeniería
Bogotá D.C
2022

Diseño del Proceso de Recolección y Disposición de Madera y Sustrato Residual,
Generados en el Proceso Productivo de Claveles en la Empresa Mg Consultores, Sede
Scarlett

Nathalie Andrea Contreras Clavijo
Andrea Johanna Guerrero Bayona

Trabajo de grado para optar por el título de:
Bioingeniero

Milena Margarita Fuentes Cotes
Ingeniera Ambiental

Gabriela Barrerro Echeverría
Bioingeniera

Universidad El Bosque
Facultad De Ingeniería
Bogotá D.C
2022

Agradecimientos

En primera instancia queremos agradecer a Dios por permitirnos desarrollar este proyecto de la mano con la ingeniera Milena Fuentes, quien nos acompañó, aconsejó y apoyó en todo el proceso y en nuestro camino como profesionales, siempre motivándonos a ser mejores personas y Bioingenieras, y a quién admiramos profundamente; así mismo agradecemos el acompañamiento de la profesora Gabriela Barrero, quien nos apoyó y guió desde el primer momento, y estuvo presente para resolver las inquietudes e inconvenientes que se presentaron, dándonos la confianza para desarrollar un proyecto de Bioingeniería poco convencional.

Por otro lado, queremos agradecer a nuestras familias, quienes fueron nuestra ancla y principal apoyo en el desarrollo del proyecto, llevándonos siempre a dar lo mejor de nosotras y esforzarnos, para cumplir con todos nuestros proyectos de forma profesional y responsable.

También queremos agradecer a la empresa MG Consultores por abrirnos las puertas de la sede Scarlett, y trabajar de la mano en cada una de las etapas que fueron necesarias para la realización de este proyecto, por confiar en nosotras y en nuestro trabajo para dar solución a una de sus problemáticas y adentrarnos en cada uno de sus procesos.

Además, queremos agradecer a nuestros amigos con quienes compartimos las mejores experiencias durante la carrera y quienes nos entregaron su apoyo y confianza durante el desarrollo de este proyecto, creyendo en nuestras capacidades y dándonos su tiempo para aconsejarnos cuando las cosas parecían estar mal.

Finalmente queremos agradecer al ingeniero Fernando Rivera por apoyarnos en este proceso y aconsejarnos en cada una de las etapas desarrolladas, por su atención y evaluación, la cual siempre fue acertada en nuestro aprendizaje como bioingenieras.

A Dios por cumplir su propósito en mi vida. A mis padres Leidy Clavijo y Jorge Contreras, por apoyarme en todo este camino y confiar ciegamente en mí como estudiante y profesional, a mis hermanos Cristhian y Laura, por sus consejos y su apoyo; y por último a mi abuelita Ligia Corrales por siempre cuidarme y preocuparse. Mis logros y triunfos son siempre suyos.

Nathalie Contreras Clavijo

Dedicado a mi amada familia, mi mamá Martha Bayona, Felipe García, mi hermana Abby y mi pareja Alejandro. A lo largo de este arduo viaje, ustedes han sido mi fuente inagotable de amor, apoyo y motivación. Cada paso que he dado en este camino académico ha sido posible gracias a su inquebrantable respaldo y aliento. Con humildad y gratitud, dedico este trabajo a ustedes. Este logro no solo es mío, sino también suyo. Su amor, paciencia y sacrificio han sido el pilar fundamental en mi camino hacia el éxito. Sin ustedes, nada de esto habría sido posible.

Andrea Guerrero Bayona

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	6
4. MARCO REFERENCIAL	7
5. METODOLOGÍA	17
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7. CONCLUSIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los fertilizantes.	11
Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad	13
Tabla 3. Marco normativo referente a la gestión ambiental en el sector floricultor.	15
Tabla 4. Información referente a las declaraciones de hechos.	28
Tabla 5. Resultados de análisis: Determinación de metales pesados en suelos y su comparación.	40
Tabla 6. Información referente al desempeño ambiental de la organización durante los procesos de mantenimiento y almacén.	43
Tabla 7. Estándares a tener en cuenta durante los procesos de la organización.	44
Tabla 8. Información referente al desempeño operacional de la organización durante el proceso de mantenimiento.	45
Tabla 9. Información referente al desempeño operacional de la organización durante el proceso de almacén.	46
Tabla 10. Información referente al desempeño de la gestión de la organización durante el proceso de mantenimiento.	47
Tabla 11. Clasificación de los impactos.	50
Tabla 12. Requerimientos para el diseño del centro de disposición.	52
Tabla 13. Ventajas y desventajas de los sistemas de almacenamiento.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación sede Scarlett de MG Consultores SAS (elaboración propia).	7
Figura 2. Mapa de procesos de la sede Scarlett, MG Consultores SAS.	9
Figura 3. Profundidad de las raíces dada la fertilización (FAO, 2002).	11
Figura 4. Absorción de nutrientes de las plantas (FAO, 2002).	11
Figura 5. Imagen explicativa de la lixiviación (Aparicio et al., 2015).	14
Figura 6. Planteamiento del diagnóstico (Elaboración Propia).	20
Figura 7. Diagrama de procesos, producción del clavel (Elaboración propia).	30
Figura 8. Diagrama de procesos, proceso de disposición de residuos (Elaboración propia).	31
Figura 9. Diagrama de procesos, proceso de mantenimiento (Elaboración propia).	32
Figura 10. Mapa de procesos, proceso de almacén (Elaboración propia).	33
Figura 11. Vista satelital donde se puede visualizar (a) ubicación del área de disposición actual resaltada en rosa, (b) su dimensionamiento total y (c) sección del área techada. (Google Earth, 2022).	34
Figura 12. Disposición actual de (a) sustrato residual y (b) madera residual. (Elaboración propia)	34
Figura 13. Desembocadura de vallados de chíá en río frío (Alcaldía municipal de Chíá, 2014)	35
Figura 14. Mapa de procesos de la sede Scarlett, MG Consultores SAS.	36
Figura 15. Plano vista superior del área de disposición actualmente implementada por la empresa (López, 2022).	37
Figura 16. (a) Vista isométrica de centro de disposición.(b) Alturas del centro de disposición. (López, 2022).	38
Figura 17. Vista isométrica de las divisiones del centro de disposición actual . (López, 2022).	39
Figura 18. Presencia de sustrato residual en área de disposición (Elaboración propia)	40
Figura 19. Matriz de Impacto ambiental para el proceso de mantenimiento. (Elaboración propia)	51
Figura 20. Matriz QFD para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).	55
Figura 21. Modelo de caja negra para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).	56
Figura 22. Modelo de caja gris para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).	57
Figura 23. Medidas para los bultos del sustrato residual (Elaboración propia).	58
Figura 24. Bocetos para (a) la primera y (b) segunda alternativa de diseño para el centro de disposición (Elaboración propia).	59
Figura 25. Sistema convencional de almacenamiento.a	61
Figura 26. Sistema de gavetas modulares.a	61
Figura 27. Sistema de paletizados.a	61
Figura 28. Sistema tipo contenedor.a	61
Figura 29. Sistema dinámico por gravedad.a	6
Figura 30. Sistema Push Back.a	62
Figura 31. Sistema Drive In.a	62

Figura 32. Sistema Cantilévera	62
Figura 33. Matriz de Pugh para los sistemas de almacenamiento. (Elaboración propia).	63
Figura 34. Diseño final para la disposición de sustrato residual (a) vista frontal y (b) vista lateral (Elaboración propia)	64
Figura 35. Lista de materiales para la construcción del sistema de almacenamiento del sustrato residual.(Elaboración propia).	65
Figura 36. Diseño final para la disposición de madera residual (a) vista frontal y (b) vista lateral (Elaboración propia)	67
Figura 37. Análisis de fuerza (a) distribuida y (b) equivalente (Elaboración propia)	68
Figura 38. Coordenadas para el análisis de la fuerza distributiva (a) vista frontal y (b) superior (Elaboración propia)	69
Figura 39. Mallas Industriales de tipo (a) universal, (b) estándar e (c) interna. (SIMMA, s.f.)	70
Figura 40. Implementación de malla tipo universal en los racks de almacenamiento. (Elaboración propia)	71
Figura 41. Plano general del diseño del centro de disposición y su organización (Elaboración propia)	72
Figura 42. Ubicación del sistema de almacenamiento para la madera residual desde (a) vista lateral derecha y (b) vista lateral izquierda. (Elaboración propia)	73
Figura 43. Visualización de las entradas al centro de disposición desde (a) vista frontal y (b) vista superior. (Elaboración propia)	74
Figura 44. Diagrama de proceso de recolección y disposición de sustrato y madera residual, y relaciones con el mismo. (Elaboración propia).	77
Figura 45. Almacenamiento adecuado de sustrato residual en lonas. (Elaboración propia)	78
Figura 46. Triple lavado de envases (Agro Krebs, 2021)	79
Figura 47. Zona de corte de madera. (Elaboración propia)	80

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tamaño de muestra de una población finita.	18
Ecuación 2. Resultado tamaño de muestra de una población finita	27
Ecuación 3. Área rectangular del centro de disposición.	38
Ecuación 4. Área triangular del centro de disposición.	38
Ecuación 5. Área total del centro de disposición.	38
Ecuación 6. Volumen rectangular del centro de disposición	38
Ecuación 7. Volumen triangular del centro de disposición.	38
Ecuación 8. Volumen total del centro de disposición.	38
Ecuación 9. Área total del centro de disposición por cada subdivisión.	39
Ecuación 10. Volumen total del centro de disposición por cada subdivisión	39
Ecuación 11. Nivel cuantitativo del impacto ambiental.	50
Ecuación 12. Nivel de importancia para los requerimientos en una matriz QFD.	54
Ecuación 13. Capacidad volumétrica de las lonas de sustrato residual.	58
Ecuación 14. Área para cada estantería del rack de sustrato residual.	65
Ecuación 15. Área para el rack de sustrato residual.	65
Ecuación 16. Capacidad volumétrica en cada estantería del rack de sustrato residual.	65
Ecuación 17. Capacidad volumétrica del rack de sustrato residual.	65
Ecuación 18. Capacidad de peso en cada estantería del rack de sustrato residual.	66
Ecuación 19. Capacidad de peso del rack de sustrato residual.	66
Ecuación 20. Área de cada estantería del rack de madera residual.	67
Ecuación 21. Área del rack de madera residual.	67
Ecuación 22. Capacidad volumétrica de cada estantería del rack de madera residual.	67
Ecuación 23. Capacidad volumétrica del rack de madera residual.	67
Ecuación 24. Distancia para la carga puntual de la fuerza equivalente.	69
Ecuación 25. Variables para hallar la fuerza de la carga puntual	69
Ecuación 26. Fuerza de la carga puntual	69
Ecuación 27. Variables para hallar la fuerza máxima de soporte.	69
Ecuación 28. Fuerza máxima de soporte.	69
Ecuación 29. Peso máximo de almacenaje.	69
Ecuación 30. Capacidad volumétrica del centro de disposición.	75
Ecuación 31. Capacidad volumétrica del sustrato residual en el centro de disposición.	75
Ecuación 26. Capacidad volumétrica de la madera residual en el centro de disposición.	75

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de Mantenimiento actualmente implementado por la empresa.	94
Anexo 2. Proceso de almacén actualmente implementado por la empresa.	95
Anexo 3. Matriz de impacto ambiental asociado al proceso de mantenimiento	96
Anexo 4. Matriz QFD	97
Anexo 5. Planos del Centro de Disposición.	98

GLOSARIO

AMBIENTE: Se entiende como ambiente o medio ambiente, el conjunto de todas las fuerzas o condiciones externas que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Se pueden distinguir entre estos, elementos del tipo climático, de naturaleza química, de tipo biótico, interacción bióticas y de tipo físico químicos (Umaña, 2001); que permiten entender el ambiente como un sistema complejo que comprende los sistemas social, ecológico y económico, y sus interacción determinadas como soportables, viables y equitativas, que dan lugar a las principales propiedades de lo que se entiende como gestión ambiental.

ACOPIO: “Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos posconsumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denominará centro de disposición.” (Decreto 4741, 2005, Artículo 3)

ASPECTO AMBIENTAL: Se definen los aspectos ambientales, como elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúan con el medio ambiente; estos son aquellas partes que resultan de una actividad, producto o servicio y que repercute sobre las condiciones naturales del medio ambiente, alterando o modificándolo de forma específica y generando un “*impacto ambiental*” (Vasco, 2009).

BONCHEO: Se denomina boncheo a la operación que se realiza después de la selección y clasificación de tallos, haciendo referencia al armado de ramos según especificación de producción (Vega, 2017).

BOTÓN: Se refiere a los tejidos jóvenes que se convierten en Flores e inflorescencia en las ramas de las plantas. Es el embrión de una flor que se desarrolla a partir de un punto de crecimiento en el tallo (Vega, 2017).

CAMAS DE CULTIVO: Las camas de cultivo son secciones elevadas, ubicadas dentro de los invernaderos en las áreas de cultivo, soportan las plantaciones de flor y maximizan la calidad del producto al no ser plantado directamente sobre el suelo (Vega, 2017).

CERTIFICADO AMBIENTAL: "Según la definición de la norma UNE-EN45020, la certificación es el proceso mediante el que una tercera parte da garantía escrita de que un producto, proceso o servicio que es conforme con unos requisitos específicos." (Asociación Española de Normalización [UNE], 2022).

Los sistemas de certificación son instrumentos voluntarios de gestión integrada que promueve y premia servicios con comportamientos respetuosos con el medio ambiente y superan

requerimientos de calidad ambiental, estas no son permanentes, hay que renovarlas y actualizarla con una periodicidad adecuada (Fraguell, Martí y Pinto, 2013).

DESBOTONE: En los cultivos de clavel, es una práctica que consiste en quitar los brotes o botones laterales de un tallo floral desde el nudo más próximo al botón principal hasta el nudo donde se va a cortar la flor, esto con el fin de obtener sólo una flor proveniente del botón proximal del tallo y que esta pueda desarrollarse de forma adecuada, permitiéndole un gran tamaño de la flor y una mayor calidad (Arévalo, Ibarra y Flórez, 2007).

DISPOSICIÓN FINAL: “Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.” (Decreto 4741, 2005, Artículo 3).

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA): “Es un proceso de análisis para identificar relaciones causa-efecto, predecir cuanti-cualitativamente, valorar, interpretar y prevenir el impacto ambiental de una acción o acciones provenientes de la ejection de un proyecto, en el caso de que este se ejecute...” (Echechuri, Ferraro y Bengoa, 2002).

GESTIÓN AMBIENTAL: Hace referencia a las acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de decisión en relación a la conservación, defensa, protección y mejor del medio ambiente, y sus interacciones; su adecuada aplicación permite la prevención de conflictos ambientales futuros, corrección de conflictos actuales y revestimiento de procesos que generan deterioro ambiental (Dellavedova, 2011).

INVERNADERO: Edificación cubierta de plástico, diseñada con diferentes características destinadas al cultivo de flores, ya sea clavel estándar o mini clavel (Vega, 2017). Los materiales utilizados para su construcción deben ofrecer condiciones como máxima transparencia a la radiación solar y máxima capacidad de retención de las radiaciones térmicas (Ostos y Vanegas, 2008).

IMPACTO AMBIENTAL: “Se define como impacto ambiental a cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.” (Decreto 2820, 2010, Artículo 1)

MADERA RESIDUAL: Se le conoce a madera residual a la madera que es removida de las camas de cultivo, una vez los procesos de producción son finalizados y se necesita de la construcción de nuevas camas y el cambio de materiales utilizados. Esta se caracteriza por estar contaminada de pesticidas o plaguicidas, y fertilizantes que se utilizan durante la cosecha del clavel.

MATERIAL VEGETAL: Hace referencia a plantas y partes de las plantas, así como la semilla, el polen, descendencia (incluidos embriones) y derivados de dichas plantas, incluyendo brotes, injertos, ramas, tallos largos, follaje, plantas individuales e incluso, tejido vegetal y cualquier mutación descubierta en el material vegetal (Ostos y Vanegas, 2008).

MEDIO DE MITIGACIÓN: Son acciones que están encaminadas a contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pueden tener algunas intervenciones de tipo antrópico. Para llevar esto a cabo se debe tener problemas un plan de mitigación, y debe formar parte del estudio de impacto ambiental (Vasco, 2009).

MEDIDA DE PREVENCIÓN: “Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.” (Decreto 2820, 2010, Artículo 1)

METALES PESADOS: Se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Dentro del grupo de los metales pesados se incluye el mercurio, el cadmio, el arsénico, el cromo, el talio y el plomo; estos se caracterizan por que no pueden ser degradados o destruidos por lo que son muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida.

PLAN DE MANEJO: “Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.” (Decreto 2820, 2010, Artículo 1)

PROCESO: Conjunto de actividades que desarrolla una organización que toma insumos y los transforma en productos, los cuales representan mayor valor para ella que los insumos originales (Chase et al., 2009)

RESIDUOS SÓLIDOS: “Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables.” (Decreto 1713, 2002, Artículo 1)

SUSTRATO: “Material sólido de origen natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor de forma pura o mezclado, permite el desarrollo y anclaje del sistema radicular de la plántula. El sustrato puede intervenir o no en la nutrición de la planta y debe estar libre de plagas.” (Resolución No. 0780006, 2020, Artículo 3).

SUSTRATO RESIDUAL: Se le conoce a sustrato residual como el sustrato que es extraído después de la cosecha de flores, y que se remueve para la construcción de nuevas camas de cultivo y su posterior mantenimiento, donde se mejoran sus propiedades químicas y físicas para su reutilización.

RESUMEN

La inadecuada disposición de residuos postcosecha dentro de la empresa floricultora MG Consultores, en la sede Scarlett, es una de las principales razones de contaminación y generación de impactos en el suelo dispuesto para su almacenamiento. El diseño del proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, con base en el diagnóstico de los procesos actualmente implementados por la empresa, así mismo el análisis y evaluación de los impactos ambientales determinados y el desarrollo de un plan de manejo de residuos donde se proponen alternativas de mitigación, control y prevención, por consiguiente se realizó con el fin de dilucidar las buenas prácticas ambientales por parte de la organización y disminuir la contaminación de los ecosistemas adyacentes que son generados por los procesos comunes de la floricultura.

Por medio del levantamiento de información y de las implementaciones de metodologías que permiten la evaluación de impactos ambientales en organizaciones, se logró establecer los parámetros y requisitos para el manejo del sustrato y madera residual, que permiten el cumplimiento de los estándares FLORVERDE y Rainforest en la sede Scarlett de la empresa MG Consultores, los cuales garantizan la adecuada disposición de los residuos por parte de las empresas floricultoras. Basado en este estudio, se establecieron diferentes actividades y estrategias de mitigación y prevención como lo fue el diseño del centro de disposición, el cual permite el control y la administración de la madera y el sustrato residual generados durante la etapa productiva del clavel, y posteriormente transportados a empresa terciarias después de su acopio en la sede Scarlett.

El diseño del plan de manejo de residuos para la empresa, recopila toda la información anteriormente mencionada, permitiendo establecer el proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, y garantizando las buenas prácticas ambientales por parte de la organización, y el manejo adecuado de los residuos como medio de mitigación de los impactos que actualmente se presentan y que no permiten el cumplimiento de requisitos necesarios para las certificaciones que garantizan el desarrollo sostenible de los procesos productivos dentro de la empresa.

Palabras clave: Diseño de procesos, residuo sólido, impacto ambiental, lixiviado, manejo integral de residuos sólidos, suelo, floricultura.

INTRODUCCIÓN

La inadecuada disposición de residuos en las empresas floricultoras de Colombia, es una problemática que afecta a los sistemas: sociales, económicos y ecológicos de manera simultánea, y con ello a las diferentes interacciones dinámicas que pueden poseer, y que conforman el concepto de sostenibilidad ambiental, el cual se rige bajo la responsabilidad social por parte de una organización ante los impactos que sus acciones y actividades ocasionan, y contribuyen al desarrollo sostenible para el bienestar de una comunidad. En 2001 la CAR reportó que la floricultura genera un consumo intensivo de fertilizante y plaguicidas, los cuales contaminan cualquier material y ecosistema asociado e implementado en los procesos productivos de flores, diferentes organizaciones gubernamentales se han encargado de establecer los tratamientos y protocolos de manejo y disposición de residuos en las empresas con el fin de disminuir lo que se conoce como contaminación cruzada, que puede ser dada por contacto directo o por lixiviación en los ecosistemas que interactúan con ellos, como por ejemplo, las fuentes hídricas, el aire y el suelo, que pueden tener afectaciones relacionadas con sus estructuras biológicas, volatilización de gases y disminución de actividad microbiana. Todos estos impactos afectan a los ecosistemas, a las personas de las comunidades aledañas, a los trabajadores, en las áreas productivas, y a las empresas que, si bien se ven beneficiadas por su producción extensiva, pueden presentar multas, sanciones, y hasta la pérdida de certificados que las posiciona a nivel nacional e internacional y que por ende, las obliga a invertir en la transformación de los ecosistemas afectados.

La empresa colombiana MG Consultores SAS, productora de flores para exportación, presenta usos no adecuados en la disposición de residuos durante la etapa de postcosecha, referente al mantenimiento de las camas en donde se realizan los cultivos del clavel. El cambio de camas de cultivo dentro de los procesos de cosecha es necesario debido al contacto que tiene la estructura con plaguicidas y fertilizantes, donde la madera y el sustrato residual resultantes de esto, hacen parte del proceso denominado “almacén” el cual se encarga, principalmente, de garantizar la disposición de los residuos en un centro de almacenamiento con una capacidad volumétrica, que hoy en día es limitada con respecto a la cantidad de residuos que se producen, y por ende, permite el contacto directo de los residuos con el suelo y la generación de distintos impactos en el ecosistema, como aumento de carga orgánica, erosión y eutrofización; la generación de impactos ambientales sobre entes biológicos en este tipo de procesos son producto de la ausencia, o desconocimiento por parte de los operarios, de un plan de manejo de residuos dentro de los procesos de mantenimiento que son implementados actualmente por la empresa.

Con el fin de disminuir los impactos ambientales ya generados en el centro de disposición del sustrato y madera residual durante los procesos de postcosecha del clavel, asociados a la ausencia de un proceso específico para la recolección y disposición de estos residuos, se realizó el diseño del proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, por medio del diagnóstico de los procesos y operaciones actualmente implementados por la empresa, haciendo uso del levantamiento de información primaria y secundaria, que permitió la caracterización de cada una de las actividades realizadas durante el proceso de mantenimiento. El desarrollo de este

diagnóstico fue resultado de la implementación de una metodología previamente diseñada y basada en la familia de normas ISO:14000, con el fin de dar paso a la aplicación de las metodologías de evaluación de impactos, como lo son Leopold y Conesa, las cuales permitieron indicar aquellos impactos en el ecosistema que presentaron una mayor afectación y que por ende, serán evaluados en la propuesta de solución.

De igual manera, se realizó el rediseño de la estructura actualmente implementada, por medio del seguimiento de parámetros establecidos por los estándares FLORVERDE y Rainforest Alliance que son de alto interés para la empresa, y que permiten la adecuada disposición del sustrato y la madera residual antes de su disposición final. El diseño del centro de disposición fue planteado bajo el seguimiento de la normatividad colombiana para almacenamiento de residuos contaminados con plaguicidas, y bajo las especificaciones que garantizan la adecuada disposición de los residuos, teniendo en cuenta la zona de implementación y la estructura ya propuesta por la empresa.

Posterior a esto se desarrolló el plan de manejo dentro del proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, el cual comprende el funcionamiento del proceso diseñado, con cantidades permisibles de residuo en el centro de disposición, su tratamiento y ruta a seguir después de generado el residuo; y el diseño de las capacitaciones que se dictarán a los empleados para dar un adecuado uso al centro de disposición, puesto que se considera que la labor de estos es esencial para mitigar las afectaciones ambientales encontradas y garantizar las adecuadas prácticas ambientales por parte de la organización.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Colombia, actualmente, ocupa el segundo lugar a nivel mundial como país exportador a nivel floricultor, con aproximadamente 7700 hectáreas sembradas, y una producción aproximada de 194.975 toneladas de flores para el año 2020 (Minagricultura, 2020), que generaron aproximadamente el 7% del PIB agropecuario colombiano con una exportación del 95% de la producción total y una generación aproximada de 140.000 empleos directos (Minagricultura, 2020).

Los impactos ambientales generados por los floricultivos son amplios y diversos, y se relacionan con el deterioro de las condiciones ambientales debido a su capacidad de ocupar las mejores tierras de un país, producto de la necesidad de obtener productos de exportación (Montoya y Tobón, 2016). El deterioro de la calidad del agua, la esterilidad de los suelos y la contaminación del aire son los principales daños ambientales generados por los procesos de floricultura, teniendo en cuenta que como cualquier actividad productiva, los cultivos de flores tienen una generación de residuos, compuesta en un 90% por material vegetal, 6% residuos plásticos (plástico de invernaderos), 2% papel y cartón, y el 2% restante por madera, capuchones y metal (Asocolflores, 2002); residuos que al ser usados durante los procesos productivos tienen una alta probabilidad de entrar en contacto con residuos peligrosos como lo son los pesticidas y fertilizantes de síntesis química, que en su mayoría resultan perjudiciales para los ecosistemas asociados a los procesos de producción de las empresas floricultoras.

En este proyecto se presenta el caso de la empresa MG Consultores SAS, una empresa colombiana productora de flores para exportación, como los son los claveles, los cuales son producidos por la sede Scarlett, la cual presenta una inadecuada disposición de sustrato y madera residual, generados tras el mantenimiento de las camas del cultivo de clavel. Esta situación se ha presentado dada la ausencia de un área adecuada para su gestión, así como la falta de un plan para el manejo de estos residuos, debido a que estos se encuentran en contacto con residuos peligrosos (plaguicidas y fertilizantes químico), tras el cambio de sustrato y estructuras de las camas de cultivo, son llevados a una zona de disposición con un área limitada para su almacenamiento, entrando en contacto directo con el suelo. En el caso del sustrato residual, el centro de disposición actualmente implementando posee una zona señalizada para su disposición sin embargo este no presenta un diseño adecuado puesto que el techado actualmente utilizado no posee las dimensiones adecuadas para evitar el contacto de los residuos con aguas lluvia, y no posee un medio de prevención para evitar el contacto directo del sustrato con el suelo. A pesar de que se tiene una estrategia para el tratamiento de estos residuos, la falta de un plan para su manejo está generando acumulación, así como una incorrecta disposición del mismo, como es el caso de la madera residual, la cual no cuenta con una zona señalizada dentro del centro de disposición, sino que se dispone directamente en el suelo sin ningún tipo de protección o restricción, afectando el cuidado de los sistemas biológicos con los que puede estar en contacto directo.

Adicional a las problemáticas previamente presentadas, existen una serie de efectos negativos para los ecosistemas de la zona, entre los cuales se pueden encontrar la generación de lixiviados, producto del contacto de agua lluvia con el sustrato y madera residual, los cuales se encuentran contaminados por plaguicidas y fertilizantes que puede generar el transporte vertical de contaminantes al suelo dispuesto para la disposición de residuos (Yanggen, Crissman y Espinoda, 2003), de igual manera, estos lixiviados se encuentran en la capacidad de presentar volatilización al aire, producto de los constantes cambios de clima en la zona, y filtración de los mismos al suelo, aguas subterráneas u otros cuerpos hídricos, que se ven reflejados en impactos a los ecosistemas que los rodea; un claro ejemplo de estos impactos son la disminución del nivel freático de las aguas subterráneas debido a la contaminación; el aumento de la carga orgánica en aguas subterráneas, debido al transporte de contaminantes y la presencia de nutrientes como el fósforo y nitrógeno (principales fertilizantes implementados en el cultivo) que disminuyen el oxígeno disuelto y generan procesos de eutrofización, los cuales conllevan al crecimiento descontrolado de algas que generan una cobertura vegetal sobre el cuerpo acuífero y evitan la fotosíntesis de las plantas subacuáticas, y generan una acumulación de materia orgánica, muerte de fauna y deterioro del paisaje, lo que produce la pérdida de un cuerpo hídrico (García y Miranda, 2018).

Por otro lado, los lixiviados producto de la disposición inadecuada de los residuos, cuentan con la presencia de sustancias químicas peligrosas que afectan a todos los microorganismos presentes y generan un desbalance ecosistémico (Giraldo y Alzate, 2016). Algunos de estos lixiviados pueden ser degradados por actividad biótica del suelo, producto de hongos y bacterias, las cuales se pueden dar de forma tanto aeróbica como anaeróbica (es decir en presencia o ausencia de oxígeno respectivamente); generalmente estas actividades presentan degradación en estratos superficiales, es decir donde se presenta mayor cantidad de microorganismos (Yanggen, Crissman y Espinoda, 2003), esta degradación si bien es beneficiosa, no siempre resulta ser adecuada ya que en algunos casos se pueden generar productos de transformación secundarios, los cuales pueden ser igual o incluso más tóxicos que el lixiviado principal y por ende generar una contaminación con mayor impacto en los organismos biológicos asociados (Yanggen, Crissman y Espinoda, 2003). Adicional a los impactos mencionados anteriormente, se debe destacar la contaminación al suelo generada por los mismos, en donde debido a la filtración de lixiviados, los microorganismos presentes en el suelo se ven afectados y producen suelos con pocos nutrientes, lo cual va ligado a la pérdida de la fertilidad del suelo y daño del ecosistema.

La inadecuada disposición de estos residuos entre diferentes efectos adversos que presenta, genera un impacto negativo en el ecosistema que los rodea, lo cual recae directamente en el compromiso ambiental de la empresa, así como en las inconformidades presentadas por los estándares 8.6 de FLORVERDE, referente al manejo de residuos vegetales, 6.4 referente a la contaminación por lixiviados y 6.7.1 de Rainforest Alliance, referente a la disposición y tratamiento de residuos. En el anexo 1 referente al árbol del problema se detallan las causas y efectos de la problemática central del proyecto.

2. JUSTIFICACIÓN

Diferentes áreas en la Sabana de Bogotá han reportado contaminación generada por cultivos de flores, debido a la disposición de grandes cantidades de residuos sólidos, como material vegetal impregnado de plaguicidas (83% del total de desechos) que al estar en contacto con el agua lluvia genera lixiviados que pasan al suelo y a aguas, tanto superficiales como subterráneas, que generan contaminación a largo plazo (Giraldo y Alzate, 2016).

Para el caso del centro de disposición de madera y sustrato residual en la empresa MG Consultores SAS, sede Scarlett, se pudo observar que, debido a la cercanía del área de disposición con las fuentes hídricas dispuestas para riego de los cultivos, se asignó una zona de disposición aislada de estos y de las fuentes principales de agua; de igual manera, se construyó un lugar de almacenamiento de dichos residuos donde se protegían de la lluvia y se permitía su almacenamiento por un tiempo determinado sin embargo, con el paso del tiempo esta medida adoptada por la empresa no fue la más adecuada debido a que la disposición del sustrato residual por parte de los empleados no poseía un orden de almacenamiento adecuado y, al final, una gran cantidad de sacos de sustrato quedaban a la intemperie, o se rompían durante el transporte quedando derramados por todo el suelo. Por otro lado, en el caso de la madera, se dispuso una zona al lado del sustrato residual, fuera del centro de disposición, donde está se ubicaba justo encima de la materia orgánica del suelo, a la intemperie y ocasionando que, en épocas de lluvia, entre en contacto con el agua y por ende se generen lixiviados que son absorbidos posteriormente por el suelo.

Teniendo esto en cuenta, en las actuales zonas de disposición de residuos postcosecha, generados en los procesos productivos de clavel, se debe contemplar un adecuado manejo de los mismos, dado que estos entraron en contacto con fertilizantes y plaguicidas, al no contar con una zona de disposición adecuada, el contacto directo de los residuos con el suelo puede producir contaminación, así como filtración de lixiviados generados al estar en contacto con aguas lluvias, en el suelo de las áreas dispuestas para la disposición de estos. Como se mencionó previamente en la problemática, la contaminación del suelo que altera la actividad microbiana del mismo, tiene diferentes repercusiones en su fertilidad y su ciclo en general, así como la lixiviación de dichos contaminantes genera el transporte a diferentes cuerpos hídricos, lo cual no solo afecta la calidad del agua y su ecosistema, también afecta a diferentes especies, como lo es el caso de las poblaciones de ranas en cuerpos hídricos contaminados por plaguicidas, las cuales presentaron anomalías y malformaciones generadas a raíz del contacto directo con sus vertimientos (Aparicio et al., 2015).

Debido a que la principal problemática expuesta por la empresa es la disposición de los residuos en el área designada, se pudo determinar que el principal sistema biológico afectado es el suelo, donde entre diferentes problemáticas que se encuentran se puede mencionar la disminución de organismos degradadores de celulosa, disminución de la tasa de oxigenación del suelo, así como disminución de organismos herbívoros y omnívoros pertenecientes a la

mesofauna y macrofauna del suelo, que generan un desequilibrio biológico (Aparicio et al., 2015). Dadas todas estas afectaciones ecológicas que se presentan en torno a la contaminación del suelo por plaguicidas y fertilizantes, ya sea por lixiviación o contacto directo, se tienen una gran repercusión en su ecosistema alterando negativamente, razón por la cual se determinó que los residuos requieren de una disposición adecuada donde se tenga en cuenta la influencia que pueden tener sobre el suelo dispuesto para su disposición, y los sistemas hídricos que pueden estar en contacto directo con él, teniendo en cuenta que tienen la capacidad de generar, aproximadamente, un 30% de lixiviados (Echavarría, Osorio y Macias, 2017).

Los sistemas de gestión ambiental, son fundamentales para formular las medidas técnicas que permitan la mitigación de impactos ambientales generados durante las actividades productivas, y se encargan de que estas sean alternativas reales que respondan a las necesidades de la empresa, de la población alrededor de esta, y de cada ecosistema (Moreno y Sánchez, 2017). Como apoyo a los planes de gestión actualmente implementados por la empresa, es esencial el tratamiento de la problemática expuesta con el fin de mitigar las afectaciones generadas actualmente y prevenir mayores impactos al entorno en el cual se disponen los residuos.

Como consecuencia de los puntos precedentes, se diseñó el proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, por medio del diagnóstico del proceso actual, estableciendo cada actividad realizada actualmente, actividades faltantes, los tiempos que conlleva realizarlas, características del área de disposición actual, y el rediseño de este centro de disposición, teniendo en cuenta que este último debe adaptarse al diagnóstico realizado y debe permitir el almacenaje temporal del residuo sin generar los impactos identificados anteriormente. De igual manera se busca diseñar un programa de manejo donde se establezcan los procedimientos necesarios para llevar a cabo la correcta recolección y disposición de los residuos, con el fin de reducir la probabilidad de contaminación del suelo por lixiviados, y permitir la mejora frente al compromiso ambiental de la empresa MG Consultores SAS, sede Scarlett, contribuyendo al cumplimiento de su misión, visión, y política ambiental. De igual manera se espera dar cumplimiento a los estándares presentados por los certificados con los cuales cuenta la empresa y por los que se rige el manejo del centro de almacenamiento y disposición de residuos actual (Rainforest Alliance y FLORVERDE).

Esto es posible por medio de la bioingeniería, mediante la identificación y entendimiento de las relaciones entre la problemática presentada, sus causas y los diferentes sistemas biológicos afectados, en donde por medio de herramientas propias de la ingeniería, como lo son el diseño de artefactos, estructuras y procesos, se busca dar una solución que modifique los procesos actualmente empleados por la organización con el fin de mejorar el estado actual del sistema biológico y permitir la mitigación de efectos ambientales adversos. Teniendo esto en cuenta se propuso una solución ingenieril a aquellas causas que están generando la contaminación del suelo provisto para la disposición y recolección de residuos, tomando en cuenta todo el entorno y como se puede ver afectado por el inadecuado desarrollo de actividades en la organización.

El desarrollo de la bioingeniería en este proyecto se ve enfocado en el manejo y conservación del agua, desde el cuidado, uso y recuperación de los procesos asociados a los efectos negativos que tienen impacto en los ecosistemas acuáticos, como la eutrofización influenciada por el contacto de lixiviados con los cuerpos hídricos; y en la salud de sistemas biológicos, como lo es el suelo; por medio del diseño de medios de mitigación, tales como el rediseño del centro de disposición donde se busca dar almacenaje de forma segura a los residuos hasta su disposición final. La integración de estos medios de mitigación son los que permitirán el diseño del proceso de recolección y disposición de madera residual y sustrato residual, así como su respectivo plan de manejo, que evitará la acumulación y manejo inadecuado de los residuos, y por ende la reducción de los impactos asociados a su incorrecta disposición.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el proceso de recolección y disposición de madera residual y sustrato residual, generados en los procesos de producción de claveles en la empresa MG Consultores SAS, sede Scarlett.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el funcionamiento de los procesos y operaciones relacionados a la generación de sustrato residual y madera residual en el cultivo de claveles de la empresa MG Consultores SAS, sede Scarlett.
- Rediseñar el centro de disposición de sustrato residual y madera residual, actualmente implementado por la empresa, como mecanismo de control y minimización de los impactos presentados actualmente en la zona dispuesta.
- Diseñar el programa de manejo de la madera residual y el sustrato residual, necesarios para la operación e implementación del proceso de recolección y disposición.

4. MARCO REFERENCIAL

Marco geográfico

La sede Scarlett de MG Consultores SAS se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca en la ciudad de Chía, vereda Fagua. Cuenta con un área total de 25 Ha, a las cuales se dedican 18 Ha al cultivo de más de 40 tipos de claveles.

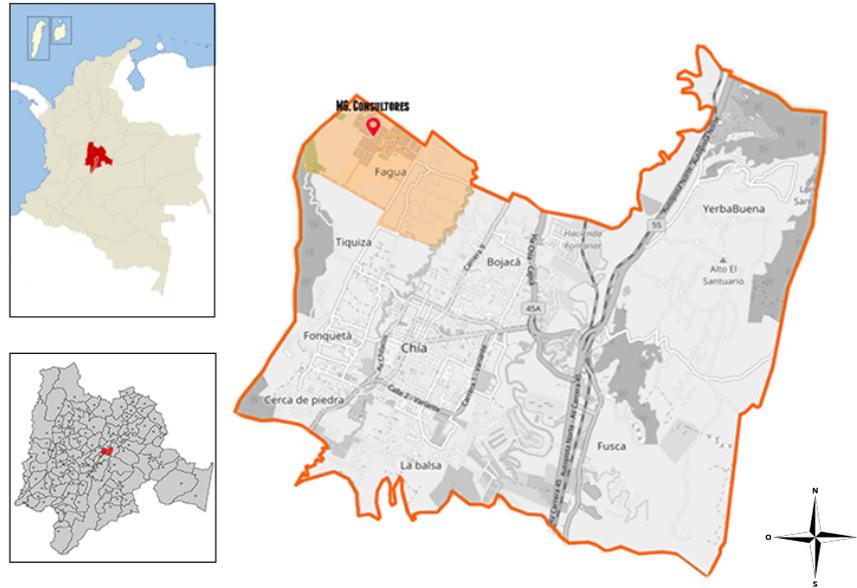


Figura 1. Ubicación sede Scarlett de MG Consultores SAS (elaboración propia).

Esta zona se caracteriza por tener un clima fresco-frío que varía a través del año. La temperatura promedio es de 7° - 19° C en donde en la mayoría del tiempo se mantiene nublado, presentando veranos con temperaturas frescas e inviernos con alta tendencia a precipitaciones frecuentes. Estas temperaturas son ideales para el cultivo de clavel el cual se da entre los 8° - 25° C. Gran parte de la producción de la vereda Fagua se compone del sector Floricultor.

En cuanto al ecosistema que caracteriza esta zona, encontramos la sabana de Bogotá que “se ubica en la cordillera oriental, en la zona sur del altiplano cundiboyacense, tiene una altura promedio de 2.650 msnm, precipitaciones frecuentes; y una temperatura menor a 20°C generalmente” (Camelo, 2020). Este ecosistema cuenta con cuerpos acuáticos muy importantes como lo son las ciénagas y lagunas que aportan en la regulación de la humedad, de igual manera se tiene el río Bogotá que ayuda en la recolección de agua lluvia siendo así, el hogar de diferentes especies de flora y fauna (Camelo, 2020). Este ecosistema se encuentra conformado por los municipios de Cota, Chía, Cajicá, Cogua, Chocontá, El Rosal, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera, Tabio, Tenjo; Nemocón, Guatavita, Suesca, Sesquilé, Soacha, Sopó, Sibaté, Zipaquirá, y la ciudad de Bogotá (Camelo, 2020).

Marco teórico

El presente trabajo se realiza en la empresa MG Consultores SAS, fundada en 1977 y dedicada al cultivo y exportación de flores desde el año 1984. Esta empresa cuenta con una finca principal (La Esperanza) en la cual se desarrolla el proceso productivo de rosas, alstroemeria y gypsophila, así como la sede Scarlett dedicada al cultivo de clavel, sede la cual se trabaja en dicho proyecto.

La sede Scarlett de MG Consultores SAS, ubicada en la vereda Fagua del municipio de Chía, fue fundada en junio del año 1999 dedicada actualmente a la producción de más de 40 tipos de claveles para la exportación a países como Estados Unidos, y continentes como Europa y Asia, esta cuenta con certificaciones en los sellos Rainforest Alliance (RAS) y FLORVERDE (MG Consultores, 2021). En la sede de interés la división de los procesos está dada por 1 proceso gerencial, 5 procesos de apoyo y 4 procesos operativos, estos se clarifican a continuación.

- Procesos gerenciales

Direccionamiento estratégico: Se concentra en el planteamiento de metas, objetivos y demás actividades que se deben llevar a cabo en la empresa.

- Procesos de apoyo

Almacenamiento: Proceso en el cual se integran las actividades de disposición de materias primas, material de construcción, o en general materiales que se encontraran por un tiempo prolongado (no temporal) dentro de la empresa.

Gestión humana: Se plantean diferentes actividades en torno a los empleados, tales como contratación, capacitaciones, beneficios, desempeño de los empleados, entre otras.

SST (Seguridad y Salud en el Trabajo): Se disponen las diferentes actividades y precauciones a tener en cuenta con el fin de prevenir enfermedades o lesiones en los empleados dentro de la empresa.

Mantenimiento: Se compone de actividades enfocadas a reparar o prevenir daños, así como renovar diferentes estructuras, como lo es el mantenimiento a las camas de siembra de las flores, el cambio de sustrato, cambio de estibas, cambio de plásticos en los invernaderos, entre otras actividades.

TI (Tecnología de la información): Actividades enfocadas a los software y bases de datos implementados en el almacenamiento de información de la empresa, control de sistemas, así como promoción de la empresa, entre otras actividades.

- Procesos operativos

MIRFE (Manejo integrado de del riego y la fertilización): Se compone de aquellas actividades responsables de la irrigación del cultivo, el área de irrigación, tiempos de irrigación, nutrición de las plantas, entre otras actividades, fundamentales en la calidad de la flor.

MIPE (Manejo integrado de plagas y enfermedades): Aquellas actividades que se encargan de controlar y monitorear plagas o enfermedades que se puedan presentar en las flores, esto por medio de plaguicidas u otras actividades de prevención.

Producción: Se compone de actividades como la germinación de semillas, siembra de plántulas y todos los cuidados necesarios para que la flor llegue a su punto de cosecha.

Poscosecha: Se compone de actividades de tratamiento de la flor después de cosechada, es decir el deshoje, clasificación por tamaños o colores, empaque y despacho al cliente.

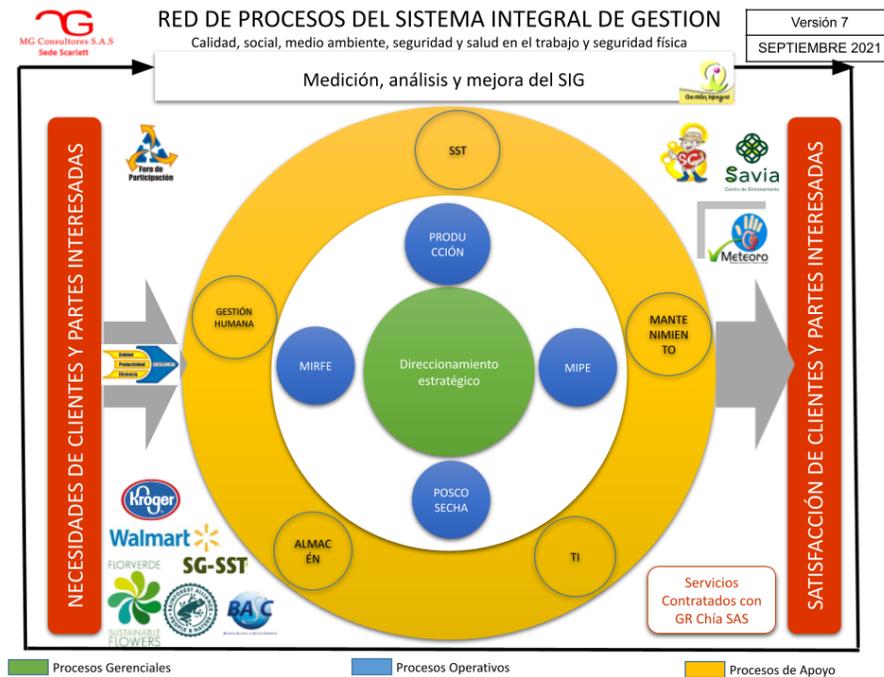


Figura 2. Mapa de procesos de la sede Scarlett, MG Consultores SAS.

En la empresa se cuenta con un programa de manejo integral de residuos, en el cual se dispone todos los tratamientos y manejos adecuados de cada residuo producido por la empresa, sin embargo el manejo del sustrato residual contaminado con plaguicidas y fertilizantes que se genera tras el cultivo de las flores, así como la madera que se implementa en las camas de los cultivos de clavel, la cual de igual manera se encuentra contaminada con plaguicidas, no cuentan con un espacio adecuado para el manejo y tratamiento de los contaminantes que estos puedan generar. En

el caso del sustrato, se tiene un acuerdo con la empresa Florval SAS, la cual se encarga de pesar y llevar el sustrato residual (contaminado) a un centro de descontaminación del mismo, donde posteriormente vuelve a la empresa el sustrato descontaminado y listo para una nueva siembra, sin costo adicional ya que se tiene un convenio con la misma; en el caso de la madera residual, esta es regalada a diferentes fincas para su reutilización.

Para comenzar con la definición de conceptos importantes para la comprensión del presente trabajo, iniciaremos por la floricultura. La floricultura es una de las ramas agrícolas, enfocada en el cultivo de plantas ornamentales así como en su distribución tanto a nivel nacional como internacional. Tiene sus orígenes en las primeras plantaciones de semillas en los jardines colgantes de Babilonia, teniendo un auge a nivel mundial en 1970 gracias a la industrialización del plástico (Pineda, 2021).

La floricultura se compone de varias fases, entre ellas la precosecha, cultivo, cosecha, post cosecha, poda, fumigación, fertilización, embalado, comercialización, entre otras actividades que componen la producción de estas plantas. Entre los principales usos que tiene la floricultura está la comercialización de plantas decorativas o para uso en jardines o paisajes (Pineda, 2021).

Se puede dividir en dos categorías; la floricultura particular, la cual se refiere a la jardinería y cultivo de plantas decorativas; y la floricultura comercial que es la actividad de producir flores a nivel industrial con fines lucrativos (Pineda, 2021). En cuanto a producción a nivel mundial, Holanda es el mayor productor de flores a nivel mundial, seguido de Colombia como segundo exportador mundial de flores y primer exportador de claveles (Minagricultura, 2020). En Colombia la floricultura aporta empleo a alrededor de 140.000 personas, siendo empleos directos el 69% e indirectos el 31%, con una distribución mayoritaria en Cundinamarca y Antioquia (Uribe, 2020).

Para el desarrollo de la floricultura existen diferentes recursos a tener en cuenta, como lo son la infraestructura, sustrato, plaguicidas y fertilizantes. Comenzando por la infraestructura, en la producción de flor cortada como lo es el clavel, el cultivo se da en invernaderos. En Colombia se debe generar un mantenimiento obligatorio de esta infraestructura en la que se debe tener en cuenta los cambios de plástico, entre otras actividades, en donde adicionalmente es importante tener un plan de manejo para los posibles residuos generados de este mantenimiento.

En el caso de residuos aprovechables y los residuos peligrosos se debe tener un centro de disposición donde se almacenen temporalmente los residuos, y en el caso de la madera generada en el cambio de infraestructura de invernaderos, así como el sustrato residual (sustrato usado para el cultivo de flores) que se produce del mantenimiento de cultivos, entran en la clasificación de residuos peligrosos ya que estos han sido contaminados con fertilizantes y plaguicidas implementados en la producción, por esto se debe tener un centro de disposición temporal específico para este tipo de residuos.

En suelos de baja fertilidad, los fertilizantes aumentarán la profundidad a la cual las raíces crecen.

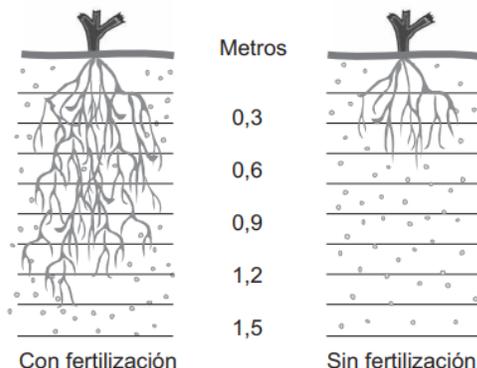


Figura 3. Profundidad de las raíces dada la fertilización (FAO, 2002).

Como parte de las diferentes sustancias implementadas en el proceso de cultivo en la floricultura tenemos los fertilizantes, estos son diferentes componentes o compuestos que proveen nutrientes que pueden carecer los cultivos. El uso de fertilizantes en cultivos es de gran importancia ya que estos generan mayor rendimiento en el crecimiento de la planta, debido a que, aunque un nutriente sea escaso, el crecimiento se verá limitado. Adicionalmente a esto se ha comprobado que el uso de fertilizantes aumenta la profundidad de las raíces, cosa que es de gran importancia para una mayor y mejor absorción de nutrientes (FAO, 2002).

Entre los principales elementos absorbidos desde el suelo esenciales para el crecimiento de varios tipos de plantas encontramos el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S), hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (Br), molibdeno (Mo) y cloro (Cl), en donde los principales elementos son el nitrógeno y potasio (FAO, 2002).

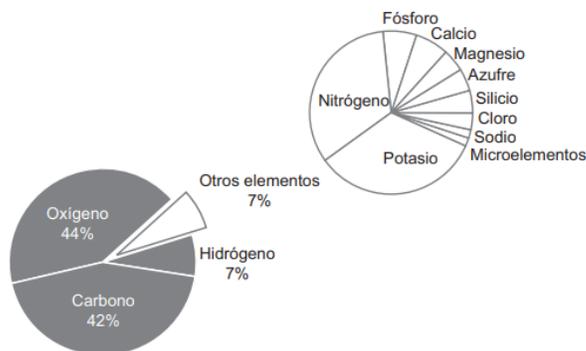


Figura 4. Absorción de nutrientes de las plantas (FAO, 2002).

Los fertilizantes se clasifican según su origen y según su composición, a continuación se presenta una tabla explicativa de los mismos.

Tabla 1.
Clasificación de los fertilizantes.

	Clasificación	Descripción
Según su origen	Minerales o químicos	Productos inorgánicos que se obtienen mediante síntesis química en laboratorios o fábricas.
	Orgánicos	Son aquellos producidos por la descomposición de materia orgánica como pueden ser animales muertos o residuos vegetales.
Según su composición	Simples	Están compuestos por sólo uno de los tres elementos primarios; Nitrogenados (con nitrógeno), Fosfatados (con fósforo) y Potásicos (con potasio).
	Compuestos	Se conforman por más de un elemento, estos pueden ser binarios, con dos elementos, o terciarios, con tres elementos.

Nota. Arévalo y Castellano, 2009

El proceso de fertilización o abonado, parte del proceso MIRFE (Manejo integrado del riego y la fertilización) que se inicia mediante la identificación de qué nutrientes necesita cierta planta en específico, para posteriormente realizar un balance de nutrientes, el cual se refiere al análisis de los nutrientes que entran y salen de un sistema y su respectiva diferencia; para este balance de nutrientes es necesario conocer el estado nutricional del suelo actual, mediante análisis de suelo, así como también se deben tener en cuenta otros factores que intervengan en su nutrición, como lo puede ser la materia orgánica. Conocer el balance nutricional para estimar la adecuada cantidad de fertilizantes a implementar es fundamental ya que, en caso de agregarse menos de lo requerido, se puede presentar una baja fertilidad en el suelo generando pérdidas de producción, factor que también se puede presentar si existe exceso de nutrientes, donde se genera una baja utilización de los mismos por parte del cultivo, produciendo pérdidas y contaminación del suelo (González y Pomares, 2008).

A pesar de que este tipo de nutrientes son de alto beneficio para las plantas, para muchas otras especies adyacentes pueden ser perjudiciales, así como los lixiviados de estos productos en el suelo pueden ser altamente dañinos. Al aplicar los fertilizantes es de gran importancia tener especial cuidado con el fin de evitar la lixiviación de los elementos presentes, ya que estos pueden modificar o alterar la estabilidad de un hábitat particular, como lo pueden ser capas freáticas o, debido a la evaporación, la liberación al aire.

Continuando con las diferentes sustancias implementadas en el cultivo de flores tenemos a los plaguicidas, según el Codex alimentarius de la FAO estos se definen como:

Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos (FAO,2022).

En la floricultura los plaguicidas son esenciales para el tratamiento de enfermedades, hongos o parásitos que atacan a la flor. En el caso del clavel algunas de las afectaciones que se pueden ver son las enfermedades dadas a la presencia del hongo *Fusarium oxysporum* o el hongo Roya, parásitos como los Tisanópteros, también llamados Trips, así como también parásitos del orden de los Áfidos. Entre los diferentes tipos de plaguicidas se encuentran 2 tipos de clasificaciones, por toxicidad es decir su letalidad, y por familia química, en este caso se tratará la clasificación por toxicidad. Según su toxicidad los plaguicidas se pueden clasificar como de clase IA, IB, II y III, a continuación, se presenta una tabla explicativa de las diferentes clases de plaguicidas según su toxicidad. En donde se encontró que, en el caso de la sede Scarlett de MG Consultores SAS solo se implementan plaguicidas clase II y III.,

Tabla 2.
Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad

Clase	Toxicidad
Clase IA	Extremadamente peligrosos
Clase IB	Altamente peligrosos
Clase II	Moderadamente peligrosos
Clase III	Ligeramente peligrosos

Nota: (Ramirez y Lacasaña, 2001).

El proceso de fumigación o MIPE (Manejo integrado de plagas y enfermedades), el cual hace referencia a la aplicación de plaguicidas en el cultivo, comienza por el análisis de la planta a tratar, así como las posibles plagas y enfermedades que pueden afectar a dicha planta. Tras la identificación de enfermedades y plagas, la cual puede estar dada por teoría o identificación directa en el cultivo, se escogen los plaguicidas adecuados para tratar cada afectación. Posterior a esto se delimitan qué invernaderos (en el caso de cultivos de flores) serán fumigados, para así avisar al personal que pueda estar en contacto con estos espacios; también se genera el cierre de los invernaderos para evitar el escape indeseado de plaguicidas al ambiente. Finalmente, el personal capacitado, mediante el uso de trajes de protección especiales, realiza la fumigación por camas de cultivo.

Ahora bien, teniendo en cuenta las diferentes sustancias que podemos encontrar en los procesos de cultivo de flores, debemos describir a uno de los afectados por la aplicación de dichas sustancias, el suelo. El suelo es la capa superior de la corteza terrestre la cual se ha visto modificada por acción humana, acciones meteorológicas y materia orgánica descompuesta hasta ceniza volcánica. Brinda soporte a las plantas así como ambientes aptos para que las raíces absorban nutrientes, lo cual puede darse mejor o peor dependiendo de la capacidad de fertilidad del mismo. La estructura del suelo puede diferir mucho dependiendo de condiciones climáticas, así como otros factores externos (FAO, 2020).

El suelo puede entenderse como un ente biológico debido a la gran actividad de organismos benéficos para el ecosistema e indispensables en su fertilidad. Los distintos organismos presentes en el suelo generan descomposición de materia orgánica que produce nutrientes; de igual manera, proveen estructura al suelo, retienen el nitrógeno y otros nutrientes, protegen las raíces de enfermedades o parásitos, así como también algunos microorganismos que pueden convertir contaminantes en elementos benéficos (FAO, 2020). Además de la nutrición del suelo que pueden proveer diferentes organismos, estos también tienen un papel crucial en el ciclo del nitrógeno.

La mayoría de fauna y flora presente en el suelo vive aeróbicamente, es decir en presencia de oxígeno, y requieren un nutriente importante para su subsistencia que es el carbono, en donde la cantidad de dióxido de carbono en el suelo puede ser un indicador de actividad de organismos en el suelo (FAO, 2020).

Como se viene mencionando a través del documento, una de las grandes problemáticas es la lixiviación de dichas sustancias en el suelo. Existen diferentes rutas de transporte de las diferentes sustancias que se aplican en los cultivos, entre estas podemos encontrar el transporte por aplicación directa, contacto por deriva del producto por acción del viento al aplicarlo, por contacto de follaje contaminado con el suelo, caída de la sustancia residual que no es depositada en el follaje, por lavado de las plantas, por contacto de material contaminado con agua que genera lixiviación, y por drenaje en los suelos, entre otros métodos de transporte de estas sustancias al suelo (Yanggen, Crissman y Espinoda, 2003).

La lixiviación, que según la RAE se define como “un proceso en el que un disolvente líquido se pone en contacto con un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno de los componentes del sólido” (RAE, 23a ed.), es aquel proceso que cuando se trata de plaguicidas o fertilizantes presenta un gran impacto en el suelo y ecosistema que lo rodea. En cuanto a los plaguicidas, estos presentan diferentes problemáticas como son la persistencia en el suelo, que afecta a la actividad microbiana del mismo y por ende su fertilidad. A pesar de que algunos microorganismos tienen la capacidad de degradar algunos componentes de los plaguicidas, generalmente los hongos y algunas bacterias, se pueden generar productos de transformación secundarios que en muchos casos pueden ser incluso más tóxicos que el mismo fertilizante (Yanggen, Crissman y Espinoda, 2003). Adicional a esto esta afectación no se queda únicamente en la capa superficial del suelo, esta puede desplazarse a aguas subterráneas, diferentes cuerpos hídricos, e incluso volatilizarse al aire como se muestra en la figura 5 (Aparicio et al., 2015).

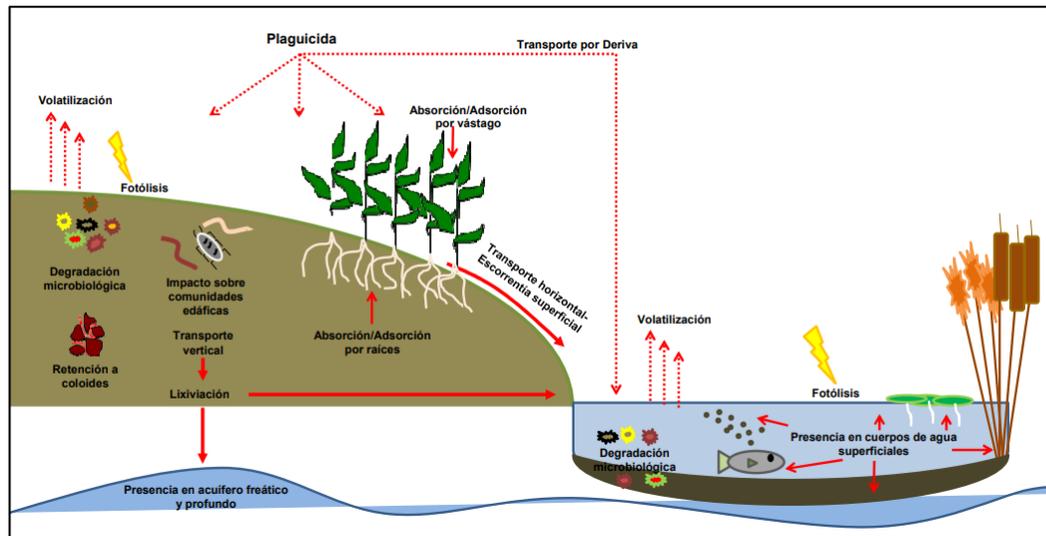


Figura 5. Imagen explicativa de la lixiviación (Aparicio et al., 2015).

A partir de este transporte de plaguicidas y fertilizantes se puede generar la contaminación del suelo y cuerpos hídricos con metales pesados presentes en los plaguicidas. A pesar de que el suelo cuenta con una pequeña cantidad de metales pesados denominados oligoelementos como lo son el B, Co, Cr, Cu, Mo, Mn, Ni, Fe, Se y Zn y el metaloide As, el exceso de los mismos los convierte en tóxicos para el suelo, que inmediatamente trae repercusiones en su fertilidad generando la inhibición del crecimiento y desarrollo natural de las plantas así como genera una disminución en poblaciones microbianas fundamentales en los ciclos del suelo (Prieto et al., 2009).

Así como la contaminación por sustancias tóxicas, la lixiviación de fertilizantes a cuerpos hídricos trae consigo grandes impactos a su entorno, como lo son los procesos de eutrofización. Este proceso es un fenómeno natural que se presenta como parte del envejecimiento de cuerpos hídricos, en donde se da un aumento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que genera la sobre producción de algas tanto benéficas como dañinas que ocupa la superficie del agua así como el fondo del cuerpo hídrico, dando lugar a la disminución de la calidad del agua y por ende la muerte de la fauna, así como la cobertura vegetal generada por las algas evita los procesos de fotosíntesis de la fauna acuática generando así su muerte. La muerte de fauna y flora acuática genera acumulación de materia orgánica en el cuerpo hídrico resultando a largo plazo en la pérdida del mismo. La lixiviación de fertilizantes que generalmente en los cultivos de flores son nitrogenados y fosfatados, generan una eutrofización temprana, acelerando un proceso natural que puede tardar siglos reduciéndolo a un proceso que puede tomar menos de una década.

Marco normativo

Se establece el marco normativo con el fin de garantizar el desarrollo del proyecto dentro de las normativas, leyes o demás disposiciones regulatorias fundamentadas en la Constitución Política Colombiana brindando condiciones de calidad y seguridad en el desarrollo.

Tabla 3.

Marco normativo referente a la gestión ambiental en el sector floricultor.

Referencia de la norma	Título de la norma	Descripción	Artículos de interés
Decreto 4741 de 2005	“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.	Se describen las responsabilidades y obligaciones del generador de residuos peligrosos, así como su manejo.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 10: Obligaciones del generador de residuos. - Art. 11: Responsabilidad del generador de residuos. - Art. 12: Subsistencia de la responsabilidad.
Decreto 4741 de 2005	“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.	Se describen las responsabilidades y obligaciones del generador de residuos peligrosos, así como su manejo.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 13: Contenido químico no declarado. - Art. 20: De los residuos o desechos peligrosos provenientes del consumo de productos o sustancias peligrosas.
Decreto 948 de 1995	“Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire”.	Se definen conceptos referentes a la contaminación atmosférica y calidad del aire así como reglamentos referentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 3: Tipos de contaminantes al aire. - Art. 5: Distintas clases de normas y estándares. - Art. 18: Clasificación de fuentes contaminantes. - Art. 20: Establecimientos generadores de olores ofensivos.
Ley 09 de 1979	“Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.”	Se dictan diferentes reglamentos referentes a las medidas que se deben tomar para mejorar o restaurar condiciones sanitarias relacionadas a la salud humana y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 13: contacto de contaminantes con agua o alcantarillado. - Art. 132: Manejo de sustancias peligrosas. - Art. 133: Manejo de sustancias peligrosas. - Art. 142: Aplicación de plaguicidas. - Art. 144: Disposición de

Referencia de la norma	Título de la norma	Descripción	Artículos de interés
			materias contaminadas con plaguicidas.
Decreto 1713 de 2002	"Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".	Se definen reglamentos referentes a la presentación y tratamiento de residuos sólidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 14: . Obligación de almacenar y presentar. - Art. 15: Presentación de residuos sólidos para recolección. - Art. 23: Sistema de almacenamiento. - Art. 29: . Responsabilidad por la presentación inadecuada de los residuos sólidos.
Ley 1252 de 2008	"Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones".	Se reglamentan por medio de la gestión integral las disposiciones de residuos peligrosos con el fin de cuidar la salud humana y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Art. 2: Principios. - Art. 7: Responsabilidad del generador. - Art. 12: Obligaciones del generador.

Nota: (Elaboración propia, 2022).

5. METODOLOGÍA

Para el planteamiento de la metodología del proyecto, se tuvo en cuenta los tres objetivos específicos planteados anteriormente, y se realizó el desglose de actividades que permiten su cumplimiento y en donde se determinaron cuatro fases de trabajo (diagnosticar, identificar, rediseñar y determinar el programa de manejo), que nos permiten obtener los resultados esperados. Para el desarrollo de la primera fase se planteó el diagnóstico de los procesos y operaciones relacionados a la generación de sustrato y madera residual con el fin de evaluar y analizar el proceso de disposición de residuos en la empresa, y caracterizar los efectos a intervenir.

En lo que respecta a la segunda fase, se planteó la evaluación de impactos donde se tomaron en cuenta diferentes factores que nos permitieron obtener una calificación cuantitativa del impacto más significativo y por consiguiente, al que se va a intervenir. De igual manera se planteó la realización de un análisis de calidad del suelo con el fin de determinar los requerimientos dentro del rediseño del centro de disposición que se enfoca directamente con la necesidad expresada por la empresa, lo que da paso a la tercera fase.

Para la tercera fase, se plantea el rediseño del centro de disposición donde se planteó la transformación de la estructura por medio de parámetros que se determinan en la literatura, para el almacenamiento de residuos sólidos y los cuales nos permitieron determinar los diferentes tratamientos que se le debe dar a los residuos tanto en su generación, como en su transporte y disposición; obteniendo así el programa de manejo de los residuos, donde se tengan en cuenta las transformaciones anteriormente mencionadas, y las variables necesarias para establecer un adecuado manejo de estos.

A continuación, se presentan las especificaciones y actividades a realizar durante las 4 fases de diagnóstico:

1. Diseño del diagnóstico

Los diagnósticos ambientales son caracterizaciones puntuales del medio físico, químico o biótico, con el fin de establecer el estado actual de un sistema impactado con relación a patrones nacionales o internacionales vigentes. En primera instancia se generó una visita en campo, observando aquellas actividades relacionadas a la generación y disposición de los residuos. Seguidamente se entrevistó a diferentes empleados implicados en los procesos relacionados, con el fin de conocer a detalle cómo se relacionaban las actividades.

Para esto se definió un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, con el fin de que todos los individuos tengan la misma probabilidad de ser incluidos y no haya un sesgo de la

información. El tamaño de la muestra (Otzen y Manterola, 2017) se definió siguiendo la fórmula para el cálculo de tamaño de muestra de una población finita, como se muestra en la ecuación 1.

$$n = \frac{N*Z^2*p*q}{d^2*(N-1)+Z^2*p*q} \quad (1)$$

Donde:

- p: población que cumple con una característica
- q: población que no cumple con la característica (p - 1) donde la suma de p y q siempre debe dar 1
- Z: valor de nivel de confianza
- N: tamaño de la población
- d: nivel de precisión absoluta

Posteriormente se diseñaron las preguntas de orientación y se realizó la declaración de hechos en campo. Estas preguntas se diseñaron con el fin de especificar y evaluar las actividades y procesos que los empleados llevan a cabo y posteriormente determinar en cuales de estas hay manejo de residuos sólidos y por ende generación de impactos ambientales.

Para el diagnóstico de los procesos de mantenimiento y almacén empleados por la empresa se plantearon 4 fases las cuales son:

1. *Descripción del proceso:* En donde se recopiló la información necesaria para la descripción detallada de cada uno de los procesos por medio de declaración de hechos a empleados y observaciones en campo, donde se busca explicar paso a paso las actividades realizadas y lo que se debe cumplir en cada una de estas. Teniendo en cuenta lo planteado desde la norma ISO:14015 e ISO:14033. En este punto tras realizar las declaraciones de hechos y observaciones en campo, se diseñaron diagramas de caja gris, los cuales presentan las entradas, transformaciones y salidas de los procesos analizados.
2. *Descripción del medio afectado:* En donde se busca describir cada una de las áreas de interés e influencia que se consideran importantes en los procesos de mantenimiento y almacén implementados por la empresa, esta descripción se ve determinada por la toma de medidas de cada una de las áreas, pruebas de toxicidad del suelo en donde se encuentra el actual centro de disposición de madera y sustrato residual, el tiempo que conlleva este proceso y su debida descripción detallada.
3. *Descripción de componentes:* Durante esta fase, se busca realizar la descripción de componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de la empresa, con el fin de identificar los componentes que se ven afectados por la gestión de residuos, el manejo de materiales y productos, y las operaciones de los procesos asociados. Los componentes abióticos pueden estar relacionados con las condiciones físicas como contenedores,

tanques de almacenamiento, las condiciones del suelo y aguas subterráneas, edificios y plantas de equipos, los bióticos con el ecosistema, fauna, flora, y los socioeconómicos con los procesos asociados a la restauración y mejora de los ecosistemas asociados. Esto teniendo en cuenta lo planteado en la norma ISO 14015:2001.

En cuanto a los componentes abióticos se realizó el análisis de metales pesados implementando el servicio prestado en el Centro de Bio-sistemas de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, en donde se evaluaron cuatro parámetros principales los cuales son, cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co) y plomo (Pb) total; esto por medio de la metodología denominada, digestión ácida que se lleva a cabo con ácido nítrico y peróxido para lograr una oxidación completa y reducir las interferencias causadas por la materia orgánica y empleando un espectrofotómetro de absorción atómica con llama. Esto se realizó con el fin de generar los requerimientos del rediseño del centro de disposición, teniendo en cuenta lo establecido tanto en la legislación colombiana para el acopio de este tipo de residuos, así como evaluando el residuo desde el punto de vista fisicoquímico y como este pueda llegar a interactuar con el diseño. Inicialmente se tomaron las muestras en un cuadrante establecido mediante zig zags tal y como se explica en la metodología recomendada por la universidad (Utadeo, 2021). Posteriormente estas muestras fueron llevadas al centro de biosistemas para ser analizadas y finalmente se entregó un documento con los resultados obtenidos.

4. *Criterios de evaluación:* Teniendo en cuenta lo expuesto en las fases anteriores, se busca realizar la identificación de los criterios de evaluación por medio del entendimiento de los indicadores de desempeño ambiental (IDA), desempeño de la gestión (IDG) y desempeño operacional de la organización (IDO). Esto teniendo en cuenta que estos indicadores se utilizan para la evaluación del desempeño ambiental y nos dará paso a la evaluación de los efectos ambientales.

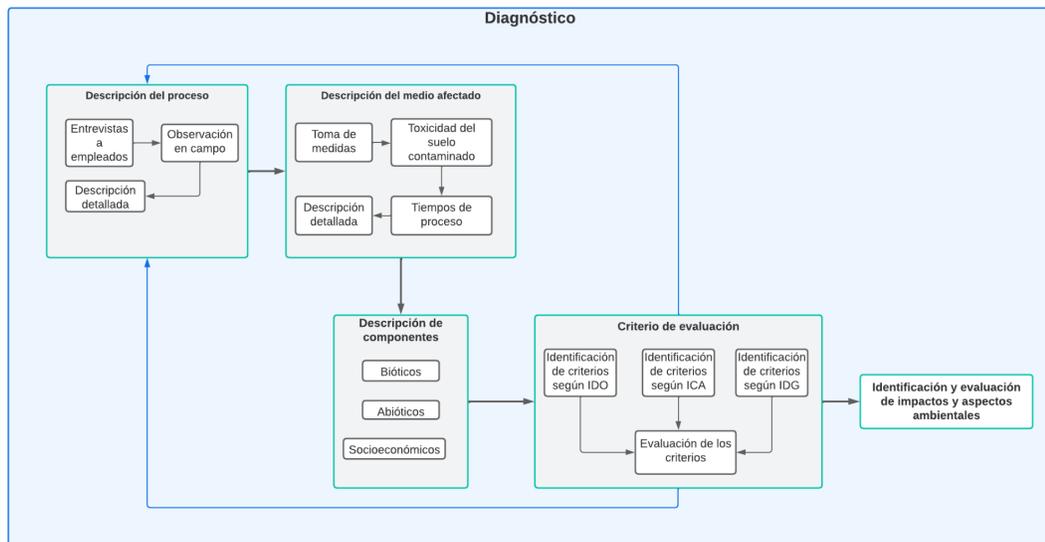


Figura 6. Planteamiento del diagnóstico (Elaboración Propia).

El análisis de cada una de las fases del diagnóstico se hizo con base en los pilares del desarrollo sostenible, los cuales permiten entender la sostenibilidad como un conjunto equitativo entre lo económico, lo social y lo ecológico que permiten determinar las dimensiones de sostenibilidad, lo equitativo, lo soportable y lo viable, y que permiten reconocer la responsabilidad por parte de la empresa con los ecosistemas que se ven afectados negativa y positivamente durante sus procesos empleados teniendo en cuenta la prevención de cualquier daño ambiental de carácter irreversible que se pueda presentar, haciendo énfasis en el uso sostenible de los recursos naturales. Las dimensiones principales que determinan el análisis del diagnóstico son:

1. *Dimensión económica:* Se centra en mantener el proceso del desarrollo económico por vías óptimas hacia la maximización del bienestar humano, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la disponibilidad del capital natural". (Priego, 2003, p.332).
2. *Dimensión social:* Se centra en proponer que las generaciones futuras tengan las mismas o más oportunidades que las generaciones anteriores, pretende sentar las bases de una mejora de nuestra economía mediante incentivos para la mejora de la educación, del conocimiento y de la innovación. En esta dimensión social está además implícito el concepto de equidad (Castaño, 2013. p.19).
3. *Dimensión ecológica:* En esta dimensión se presta especial atención a todo lo que tiene que ver con la biodiversidad, el suelo, el agua y los bosques, que son recursos que en un menor plazo determinan la capacidad productiva de determinados espacios. (Sepúlveda, 2008. p.18).

2. Identificación y evaluación de impactos y aspectos ambientales

Las metodologías de identificación y evaluación de impactos y aspectos ambientales permiten identificar, predecir, cuantificar y valorar las alteraciones de acciones o actividades realizadas en una organización. Su identificación es necesaria para evaluar el tipo de impacto ambiental generado, las áreas que se ven afectadas, la duración de los impactos, los componentes y funciones que afectan, los efectos directos, indirectos y sinérgicos; entendiendo a los impactos ambientales como una alteración de las acciones humanas y su trascendencia derivada de una vulnerabilidad territorial (Mijangos y López, 2013).

Para la identificación y evaluación de los impactos, se planteó la implementación de dos metodologías las cuales son:

1. *Método de Leopold*: Es una metodología de identificación de impactos que fue diseñada para la evaluación de impactos asociados a proyectos de construcción, está basado en una matriz en la cual, las entradas de las columnas son las acciones de la empresa que pueden alterar el medio y las entradas de las filas son los factores ambientales susceptibles de alterarse, con estas se pueden definir las interacciones que existen. Esta matriz no es selectiva por lo que no posee ningún mecanismo para descartar áreas críticas de interés, de igual manera, no distingue de impactos transitorios y duraderos (Soberanis, 2004).
2. *Método Conesa*: Es una metodología analítica que se le puede asignar la importancia a cada impacto ambiental posible durante la ejecución de un proyecto, teniendo en cuenta los componentes ambientales que se basan en todos aquellos elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por la actividad. Esta metodología propone una clasificación de los impactos ambientales con mayor ocurrencia sobre el medio ambiente, permitiendo su diferenciación teniendo en cuenta su intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad (González, 2019).

Posterior a la realización de la matriz de impactos, se realizó un análisis de calidad del suelo en el laboratorio de suelos y aguas ubicado en el centro de Bio-sistemas de la universidad Jorge Tadeo Lozano, donde se identificaron las cantidades presentes de metales pesados (cromo, plomo, cadmio y cobre).

En primer lugar se delimitó el área de muestreo y la toma de submuestras, teniendo en cuenta que estas muestras no deben estar cerca de los caminos, canales o lugares donde se almacenan productos químicos (Utadeo, 2021). Posterior a esto, las pruebas fueron llevadas a los laboratorios de la universidad, donde se solicitó un análisis de metales pesados (Cr, Pb, Cd, Cu) que se encuentran directamente relacionados con plaguicidas y fertilizantes (Mahecha, Trujillo y Torres, 2015), donde posteriormente se realizó la comparación con lo establecido en el decreto 4741 de 2005, en donde se establecen los valores máximos en los que se pueden presentar dichos

metales pesados en residuos contaminados por plaguicidas y fertilizantes. Dicho análisis se realizó con el fin de determinar la afectación del suelo dispuesto para el centro de disposición, con el fin de determinar los planes de mitigación y corrección que tienen por objetivo reponer los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o restablecer sus propiedades básicas y por medio de estas, evitar o disminuir los efectos adversos de las actividades realizadas por la empresa y que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio afectado.

3. Rediseño del centro de disposición

Diseño Básico

El diseño básico busca conceptualizar todas aquellas posibles soluciones de diseño que se puedan dar a la problemática, evaluando y seleccionando la mejor alternativa. Esta fase comienza por el establecimiento de requerimientos técnicos que deban cumplirse para llegar a una solución, estos requerimientos se dividen en:

1. *Funcionales:* Son aquellos requerimientos que describen cómo funcionará el diseño, que actividades o labores cumplirá en su operación.
2. *Calidad:* Son aquellos requerimientos que garantizan que el producto mantenga su calidad en el tiempo, previniendo fallas, deterioro u obsolescencia.
3. *Restricción:* Son aquellos requerimientos que definen los límites y condiciones del diseño de un producto

Con el fin de determinar las principales características con las que debe contar el centro de disposición dentro de la empresa para cumplir con la adecuada disposición que se le debe dar al sustrato y la madera residual, se realizó la matriz QFD que se puede observar en la figura 21. donde, a partir de definir los requerimientos tanto del cliente como aquellos que caracterizan los parámetros del diseño, se demuestra su respectiva relación. En forma de filas podemos encontrar los requerimientos del cliente conocidos como “Qué es” y donde se definen los deseos y necesidades del cliente; y en forma de columna los requerimientos funcionales o “Cómo” que contienen las características del diseño y los requisitos técnicos que el producto necesita para cumplir los “Qué es”.

Dentro del cuerpo o sala de la casa se ordenan los “Cómo” según su relación de cumplir con los “Qué”, el sistema utilizado para su clasificación es un conjunto de símbolos que indican la correlación entre fuerte, moderada o débil, los cuales representan un valor numérico de 0,1,3 o 9. Por otro lado, en el techo de la casa se encuentran interrelaciones que van desde interacción positiva hasta interacción negativa que permite indicar cómo los requisitos interactúan entre sí (Quality-One, s.f.). Finalmente se tiene, la importancia relativa, la cual contiene los resultados de

calcular las sumas de cada columna multiplicada por el factor de importancia; esta importancia es representado por porcentajes totales los cuales permiten clasificar cada uno de los "Cómo" y determinar la asignación la mayor cantidad de recursos (Quality-One, s.f.).

Posterior al desarrollo de la matriz QFD, se desarrollan los diagramas de caja negra de las posibles soluciones del diseño; en este diagrama se plantean entradas y salidas del sistema, identificando variables de control y estableciendo rangos de funcionamiento, con el fin de evaluar todas las posibles soluciones. A partir de dichas funciones se evalúa la mejor propuesta de solución de diseño para generar así su correspondiente diagrama de caja gris; este describe entradas, salidas y transformaciones que estas presentan en el sistema, en este se especifican subsistemas, como lo pueden ser controladores, actuadores o monitoreo y su funcionamiento básico.

Para el análisis de los diferentes diseños de organización de los residuos y de la estructura del centro de disposición como tal, se realizaron matrices de decisión teniendo en cuenta de las matrices Pugh para la toma de decisiones, la cual es una herramienta cuantitativa que permite comparar opciones entre sí mediante arreglos multidimensionales. Este tipo de matriz se utiliza debido a que, lo que se busca es realizar una mejora a un producto existente que es tomado como referencia (Sejzer, 2016); este tipo de matrices son implementadas de la siguiente manera:

1. Se toma la primera alternativa de diseño y se analiza criterio por criterio si su cumplimiento es superior al diseño actual, es inferior o es igual. Si es superior se coloca un signo "+", si es inferior un signo "-" y si es igual un "0".
2. Una vez completada toda la tabla, se realiza la suma de cada columna. El concepto de diseño que obtenga un resultado mayor, producto del balance entre aspectos positivos y negativos, será la "mejor solución".

Diseño detallado

Una vez realizado el diseño básico, se continuó con la fase de pre ingeniería para el diseño detallado del centro de disposición, donde a partir de las variables identificadas como prioritarias en la evaluación de impactos para el manejo y control de los residuos problemáticos, se desarrolló un modelo matemático que permite su relación con el centro de disposición. Esto con el fin de permitir el control de las variables problemáticas dentro del medio de mitigación (centro de disposición). En el diseño detallado se planteó el desarrollo de un diseño funcional en el cual se demuestra de forma gráfica el funcionamiento del mismo mediante esquemáticos, flujos y diagramas de funcionamiento, así como las diferentes propuestas de solución, sus respectivos modelos en CAD, la elección final y sus planos.

En esta fase se tomaron en cuenta las variables establecidas en el diagnóstico para la operación del sistema, en donde el área del centro de disposición se relaciona a la cantidad y cada

cuanto se produce tanto el sustrato como la madera residual; esto por medio del modelo matemático desarrollado en la fase anterior, el cual relaciona estas variables con su respectivo volumen lo cual permitió determinar el área adecuada para evitar la acumulación y disposición inadecuada del residuo producida por limitación de espacio en el centro de disposición.

En la definición del tiempo de disposición del residuo se tuvo en cuenta lo establecido en la normativa colombiana para almacenamiento de residuos contaminados con plaguicidas o residuos peligrosos en general; así como el tiempo en el cual se comienzan los procesos de descomposición del residuo. Adicional a esto, se tuvo en cuenta el contacto del residuo con el suelo, el cual debe evitarse teniendo en cuenta que no se debe generar una mayor afectación al suelo por compactación del mismo al añadir separaciones del suelo con los residuos.

Finalmente se realizó el manual de usuario en el cual se presentan todas las características técnicas, funcionales e industriales que posee el diseño, así como sus materiales de construcción. En el manual de usuario se muestra la identificación de piezas que confirman cada uno de los sistemas de almacenamiento diseñados, su respectivo funcionamiento, la organización del centro de disposición y las especificaciones de cada uno de los diseños. Cabe resaltar que no se realizará la implementación debido a que la empresa no puede asegurar que se cumpla la implementación para el periodo 2023-1 en donde se finaliza dicho proyecto, por lo cual el alcance del proyecto llega hasta el diseño del proceso y sus componentes, así como especificaciones de implementación.

Análisis de fuerzas de los sistemas diseñados

Los análisis de fuerzas suelen utilizarse para determinar las fuerzas necesarias para mantener un mecanismo fijo en un sistema específico; en diferentes situaciones, el área superficial de un cuerpo se ve sometida a soportar una carga distribuida la cual es causada por el viento, fluidos, o el peso de objetos sobre la superficie del cuerpo (Ospina, 2014). La carga distribuida, es una fuerza por unidad de longitud o fuerza por unidad de área representada por una serie de vectores de fuerza unidos en la parte superior, que se designa como $w(x)$ para indicar que la carga distribuida es una función de x (Baker y Haynes, 2023).

Cualquier sistema de carga a evaluar puede ser reemplazado por un sistema estáticamente equivalente, este consta de una fuerza resultante en un punto específico y un momento resultante mediante diferentes transformaciones equivalentes; esto se realiza desde el entendimiento de que cualquier sistema de carga se puede reducir a este tipo de sistema por medio de la determinación de un momento resultante sobre un punto específico, considerando todas las fuerzas y momentos concentrado en el sistema original; posterior a esto, se determinó la fuerza resultante sumando todas las fuerzas que actúan sobre el sistema original, y el momento resultante con respecto a un punto en el sistema original (Baker y Haynes, 2023).

Tras evaluarse el análisis de fuerzas dentro del diseño de los sistemas de almacenamiento, se determinó cuánto peso soporta la estructura diseñada con base en la cantidad máxima de sustrato residual que se plantea almacenar; cabe resaltar que para el sistema de almacenamiento de madera residual esto no fue evaluado debido a que las cantidades de madera dispuesta no son definidas actualmente por la empresa y el peso de este residuo es variante.

4. Diseño del Plan de Manejo

Teniendo en cuenta el Decreto 2041 de 2014 donde se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, el Plan de Manejo Ambiental es un conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales identificados que se causen por el desarrollo de una actividad; se planteó el desarrollo de un plan de manejo ambiental en donde se determinaron planes de mitigación y corrección del suelo, tratamientos al sustrato y la madera residual dentro de la empresa y donde se diseñó el proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual.

Para el desarrollo de este plan de manejo se tuvieron en cuenta las fases anteriormente ejecutadas, donde el diagnóstico contribuyó al diseño del proceso de recolección y disposición por medio del levantamiento de información junto con su posterior análisis; la identificación y evaluación del impacto ambiental nos permitió determinar planes de mitigación y corrección del suelo; y el rediseño del centro de disposición nos permitió determinar el tratamiento que la empresa debe tener para el sustrato y la madera residual. Dentro de cada uno de estos se tuvo en cuenta:

1. Diseño del proceso:

Planeación de pasos rutinarios de un proceso con el fin de lograr un resultado. Se buscó determinar el flujo de trabajo, los equipos necesarios y los requerimientos de implementación para el proceso de mantenimiento ya definido por la empresa.

2. Tratamientos al residuo:

- Decreto 4741 de 2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- NTC 1692 de 2012 donde se establece la clasificación de las mercancías peligrosas, las definiciones, el marcado, etiquetado y rotulado de éstas para fines de identificación del producto y de las unidades de transporte, cuando se desarrollen actividades de transporte en sus diferentes modos.

- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos de 1998, la cual postula elementos básicos, objetivos y estrategias para minimizar de manera eficiente los riesgos, contribuyendo como consecuencia a una protección ambiental eficaz, a la vez que se potencian los procesos de crecimiento económico.
- Norma Técnica Colombiana GTC-24 de 2009, donde se establecen los criterios para una correcta separación en la fuente, clasificando cada residuo según su tipo basándose en su código de colores.
- Decreto 2981 de 2013, donde se establece que la recolección de los residuos sólidos ordinarios debe hacerse en forma separada de los residuos especiales.

3. Estrategias de prevención, mitigación y corrección del suelo:

- Aquellas actividades que generen efectos adversos o impactos directos sobre el ecosistema deben contar con medidas de prevención, las cuales buscan evitar que el impacto se genere tomando precauciones previas a la actividad.
- Aquellas actividades que generen efectos adversos significativos sobre el recurso natural del suelo deben presentar medidas de mitigación de dicho impacto, con el fin de evitar o disminuir los efectos adversos; estas pueden ser rescate y acopio de capa de suelo vegetal y disposición en áreas de revegetación, construcción de taludes, redes o mallas orgánicas o inorgánicas de protección.
- Aquellas actividades que generen efectos adversos sobre el recurso natural suelo, deben presentar medidas de corrección que tiene por objetivo reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que se tenía antes del daño; estas medidas pueden ser físicas, biológicas o revegetación, o sistemas de restitución del suelo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Diagnóstico ambiental de los procesos asociados a la producción de madera y sustrato residual

Para comenzar con el levantamiento de información, en primer lugar, se realizó la visita a la empresa con el fin de observar las actividades involucradas en la generación de los residuos problemáticos, así como el espacio donde estas se desarrollaban y quienes eran los responsables de llevarlas a cabo. De esta observación en campo, se pudo identificar que las actividades relacionadas a la producción y manejo de los residuos pertenecían a los procesos de mantenimiento y almacén, lo que nos permitió plantear la población muestra para realizar las declaraciones de hechos acerca de los procesos involucrados.

Posteriormente se realizó la muestra para generar entrevistas a los empleados, donde se tomó una población total de 30 empleados, valor brindado por el gerente de la sede, donde se tuvo en cuenta que estos fueran pertenecientes a las áreas anteriormente mencionadas (por solicitud de la empresa, los nombres de los empleados participantes en la declaración de hechos se reservó, esto fomentando así mayor transparencia en la información proveída); teniendo esto en cuenta se definieron los valores; $Z = 1.65$, valor equivalente para un nivel de confianza de 90% que es recomendado para declaraciones de hechos cualitativas; p equivalente a 90% que hace referencia a la población que cumple la característica definida, la cual se refiere a empleados pertenecientes al área de mantenimiento; q equivalente a 10%, que hace alusión a la población que no cumple la característica definida, es decir los empleados pertenecientes a almacén; y por último, N que es equivalente al 30% y d equivalente al 20%, que refiere al error permitido entre las respuestas.

$$n = \frac{30*(1.65)^2*0.9*0.1}{(0.2)^2*(30-1)+(1.65)^2*0.9*0.1} = 5 \quad (2)$$

Tras realizar el cálculo mostrado en la ecuación 2, se obtuvo un tamaño de muestra de 5 personas a evaluar para la declaración de hechos; la realización de estas encuestas nos permiten entender y analizar los procesos que la empresa lleva en la recolección de los residuos y hasta qué grado, esto pueda afectar a los operarios encargados de los procesos de mantenimiento y almacenamiento, es por esto que su realización es de vital importancia para la elaboración de un diagnóstico certero que nos permita proponer alternativas de mejora en el proceso a diseñar.

Como se evidencia en la tabla 4, encontramos los resultados obtenidos de la declaración de hechos de los empleados, referentes a la generación y disposición de los residuos problemáticos.

Tabla 4.
 Información referente a las declaraciones de hechos.

Preguntas	Empleados				
	1	2	3	4	5
¿Qué actividades realiza en su trabajo en la empresa?	Construcción de camas de cultivo	Tumba, renovación y llenado de camas	Arranque de flor	Mantenimiento	Arranque y renovación
¿En su cargo, dónde se involucra la manipulación de sustrato y madera residual?	Siempre	En toda la labor	Al final de arrancar las flores	En todo el proceso	En todo el proceso
¿Cuánto tiempo le toma realizar estas actividades aproximadamente ?	De lunes a viernes, siempre se realiza	2 días las 3 actividades juntas	Todas las semanas se hace	todos los días de lunes a viernes	Es un trabajo permanente, todas las semanas se realiza
¿De qué manera disponen los residuos que generan durante sus actividades?	Se llevan al centro de disposición atrás de los invernaderos	Se llevan al centro de disposición	Primero al centro de disposición y luego se aprovecha	Se lleva a la zona de residuos de segunda	centro de disposición de residuos de segunda

Nota. Elaboración Propia

De acuerdo con las encuestas realizadas, la mayoría de los empleados que cumplen sus funciones laborales dentro de los procesos de mantenimiento y almacenamiento del sustrato y la madera residual, manipulan estos residuos diariamente y de forma constante; de igual manera, todos terminan disponiendo los residuos en el centro de disposición actualmente implementado por la empresa, por lo que se puede determinar que todos los empleados que se encuentran dentro de los procesos mencionados anteriormente, disponen del centro de disposición diariamente y de forma constante, y no hay un operario específico que se encargue de solo esta función, por lo que cada uno de estos empleados deben ser capacitados en el adecuado manejo de residuos y en el uso del centro de disposición que se vaya a implementar.

1.1. Descripción de los procesos de la empresa

Tras generar el levantamiento de información, se planteó el modelado de caja gris para los procesos implementados actualmente. Esto teniendo en cuenta que en los modelos blancos o de conocimiento, se tiene a consideración todas las relaciones que existen entre las variables de un proceso a partir de un exhaustivo y extenso levantamiento de información, por otro lado, los modelos negros o empíricos son empleados para procesos lineales donde se busca encontrar un modelo que se ajuste a los datos observados. Los modelos de caja gris se obtienen mediante la

unión de modelos de conocimiento y modelos empíricos, se encuentra condicionado por la imposibilidad de describir la dinámica del sistema de forma completa ya sea por modelos de conocimiento o totalmente empíricos (García y González, 2020), sin embargo, resultan precisos a la hora de conjugar contenidos teóricos y experimentales importantes que permiten comprender el sistema de una forma menos exacta, pero con igual complejidad.

Para la diagramación de los procesos se tuvieron en cuenta 6 tipos de leyendas que describen las diferentes etapas que pueden tener los procesos. La primera de ellas es la entrada (color naranja), donde se describen los productos necesarios para dar inicio al proceso a describir por ejemplo, la madera y sustrato en la fase de producción de clavel; la segunda leyenda corresponde a las transformaciones; estas describen paso a paso las transformaciones que sufren estas entradas en cada uno de los procesos como por ejemplo la construcción de camas de cultivo donde se utilizan los dos productos de entrada anteriormente mencionados.

En lo que respecta a las leyendas 3 y 4 (verde y rosado), estas describen las salidas en cada uno de los procesos, sin embargo, en algunos casos estos subproductos de los procesos pueden convertirse en entradas de otros, como es el caso de la madera residual, o puede dar lugar a una disposición final como es el caso de los lixiviados. En el caso de la leyenda 5 (morado), esta describe a las realimentaciones que son, básicamente, aquellos subproductos que después de una transformación externa vuelven a entrar al proceso; y por último podemos ver la leyenda 6 (marrón), que describe a los residuos, estos son todos aquellos productos que se consideran “innecesarios” en los siguientes procesos de la empresa y que son dispuestos por terceros como es el caso de los plásticos de invernadero.

1.1.1. Producción:

Teniendo en cuenta que la generación de residuos se presenta desde la fase de producción de claveles, se realizó la descripción del proceso de cultivo desde el momento de siembra hasta la postcosecha. Como principales entradas tenemos el agua, las variables ambientales a tener en cuenta como luz solar y temperatura, las semillas a cultivar, la madera y el sustrato residual.

El proceso de producción de claveles, básicamente se puede dividir en dos grandes fases que se pueden visualizar en la figura 7, donde se observa una primera fase que radica en las actividades relacionadas de forma directa con las camas de cultivo; y la segunda con la siembra de semillas y aplicación de fertilizantes. Durante la primera fase podemos observar que la madera y el sustrato son los componentes básicos para la construcción de las camas de cultivo en donde se realizará la siembra de semillas, estas deben tener las condiciones climáticas adecuadas para crecer, y con el fin de garantizar su adecuado crecimiento, tendrá la aplicación de fertilizantes y plaguicidas como actividad directamente relacionada con su producción. Posterior al crecimiento de la flor tendremos dos subproductos que son, el sustrato residual, que después de ser tratado es reutilizado, y el agua de riego que se encuentra funcionando de forma cíclica gracias a los reservorios empleados por la empresa.

Durante el crecimiento del clavel se realiza el desbotone, actividad que se caracteriza por producir subproductos como son la hojarasca y el sustrato vegetal, que puede servir como compost en la siembra si se genera un tratamiento de regeneración. Posterior a esto tenemos la finalización de la etapa de producción en donde se producen los principales residuos llevados a los procesos de mantenimiento y almacenamiento, los cuales son la madera residual y los plásticos de invernadero; de igual forma, tenemos las flores sin cortar, que son llevadas al proceso de comercialización en donde se realiza su adecuado empaquetado y diferentes etapas de selección para ser exportadas, así como la generación de lixiviados que tiene relación directa con la cantidad de sustrato residual extraído y el desarme de las camas de cultivo.

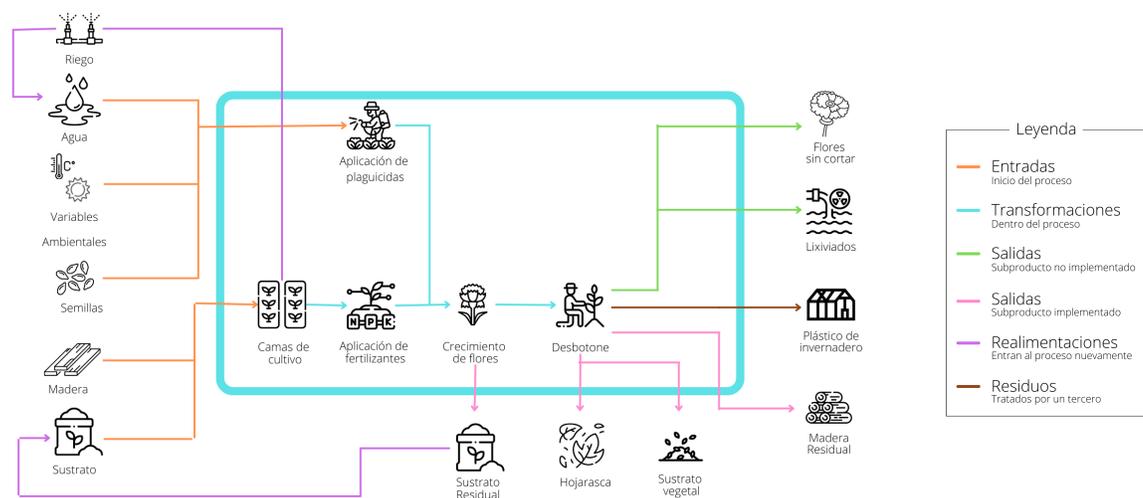


Figura 7. Diagrama de procesos, producción del clavel (Elaboración propia).

1.1.2. Disposición:

Por otro lado, el proceso de disposición de residuos de cosecha se compone de la recepción, almacenamiento y tratado de los residuos. En este caso se tienen como entradas el sustrato o residuo vegetal, el sustrato residual, la madera residual y los plásticos residuales, todo lo mencionado anteriormente generado en el proceso de producción de flores y que se puede observar en la figura 8. Posteriormente estos se llevan a un centro de disposición temporal, en donde se espera su disposición final.

En el caso del sustrato residual este es almacenado en un área con una capacidad de almacenar 180 m³ de sustrato, cuando los empleados encargados observan que este espacio se encuentra “lleno” se llama a la empresa Florval la cual se encarga de llevar el sustrato residual a un centro de descontaminación, donde se realiza su correspondiente limpieza y desinfección, para finalmente devolver a la empresa el sustrato limpio y listo para siembra. En el caso de la madera, esta no cuenta con un área adecuada para su almacenamiento, por lo que se dispone directamente en el suelo y se cubre con plástico, posteriormente se contacta con la empresa Agro Reciclaje

Lamprea, quienes se encargan de llevar la madera a un centro de triturado para generar serrín. En cuanto al residuo vegetal generado, este es triturado directamente en la empresa para posteriormente llevarlo a una sede vecina en donde se realiza su compostaje. Finalmente se tienen dos tipos de plásticos residuales, los cuales provienen de plásticos recolectores de plagas, los cuales son entregados a entidades municipales de control de residuos, y plásticos de invernadero los cuales son evaluados y dependiendo de su estado se reutilizan o se entregan a entidades de control.

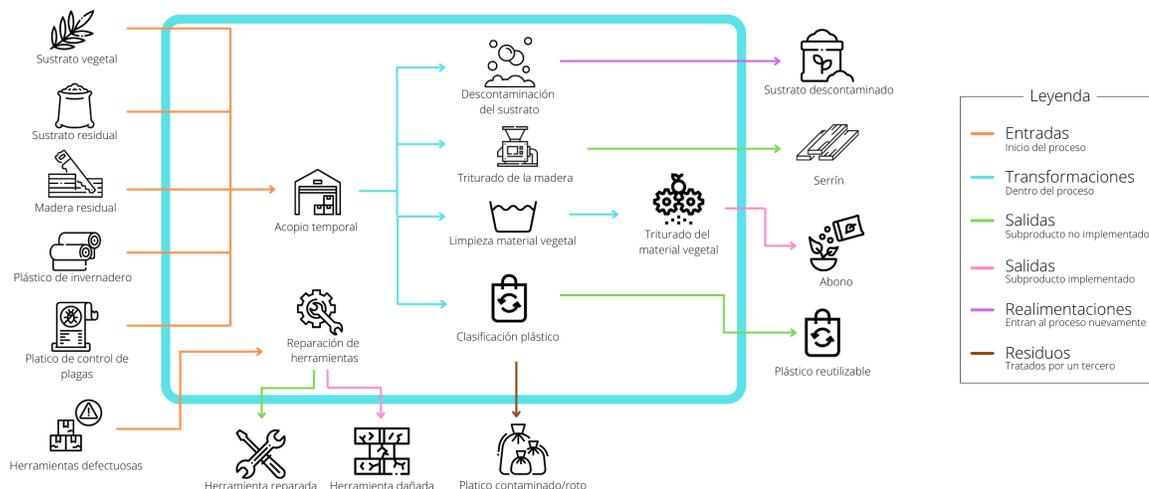


Figura 8. Diagrama de procesos, proceso de disposición de residuos (Elaboración propia).

El proceso que se evaluó en este proyecto se encuentra establecido dentro de 2 procesos macro que la empresa tiene definidos en su mapa de procesos (figura 3), los cuales son el mantenimiento y almacén. Inicialmente el mantenimiento incluye diferentes entradas definidas por la empresa, las cuales se visualizan en los anexos 1 y 2. Estas entradas fueron evaluadas con el fin de determinar cuáles de ellas eran de relevancia para el desarrollo del proyecto, en donde tras realizar las diferentes declaraciones de hechos al personal, gerente, y realizar un recorrido de campo evaluando el proceso a detalle, se determinó que las entradas relevantes para el proceso evaluado son la necesidad de mantenimiento postcosecha y materiales e insumos necesarios, así como en la determinación de las salidas se obtuvieron nuestros residuos problemáticos como parte de lo definido en el mapa presente en el anexo 2.

Tomando esto en cuenta, se desarrolló un mapa el cual presenta el proceso enfocado a nuestra problemática analizada y que se puede observar en la figura 9. En este proceso encontramos como entradas la flor cosechada o sin cortar, las camas de cultivo usadas, el sustrato nuevo o descontaminado y demás materiales e insumos para la construcción de las camas de cultivo. En el caso de las flores estas pasan el proceso productivo previamente explicado, así como se obtiene el sustrato vegetal el cual como se explicó previamente es compuesto por una sede vecina. En el caso de las camas usadas, el sustrato residual es retirado y transportado a



Figura 11. Vista satelital donde se puede visualizar la ubicación del área de disposición actual resaltada en rosa, su dimensionamiento total y sección del área techada. (Google Earth, 2022).

La disposición actual del sustrato residual dentro del centro de disposición cuenta con un espacio de 264 m² dentro del área techada como se puede observar en la figura 12 (a), las lonas que contienen el sustrato se encuentran directamente sobre el suelo y se encuentran apiladas una sobre otra en una altura de aproximadamente 2 metros puesto que, aunque cuentan con una altura de almacenamiento de 4,5 m es difícil llegar a esta altura y mantener un orden de apilamiento de lonas en donde el sustrato no se vea completamente derramado por la zona.

En lo que respecta a la madera residual, esta se encuentra dispuesta de forma apilada cerca al centro de disposición, sin embargo, no tiene un área específica de disposición por lo que no se cuenta con un techo, ni con un área que se pueda medir de forma cuantitativa como se puede apreciar en la figura 12 (b). La madera actualmente se encuentra sobre plástico residual con el fin de que no entre en contacto directo con el suelo, pues la mayoría de este residuo viene directo de las camas de cultivo y por ende se encuentra contaminado con plaguicidas; sin embargo, la cantidad que es desechada supera lo que el área del plástico puede resguardar y la medida preventiva no es suficiente.



Figura 12. Disposición actual de (a) sustrato residual y (b) madera residual. (Elaboración propia)

Detrás de esta zona, fuera de la sede, se pueden encontrar vallados los cuales almacenan y transportan el agua a dos rutas, la primera son pequeñas lagunas artificiales generadas por campesinos de la zona, las cuales se utilizan para almacenar agua para riego de cultivos, y la segunda ruta los lleva a desembocar en el río frío, como se observa en la figura 13 (Soler, 2018).

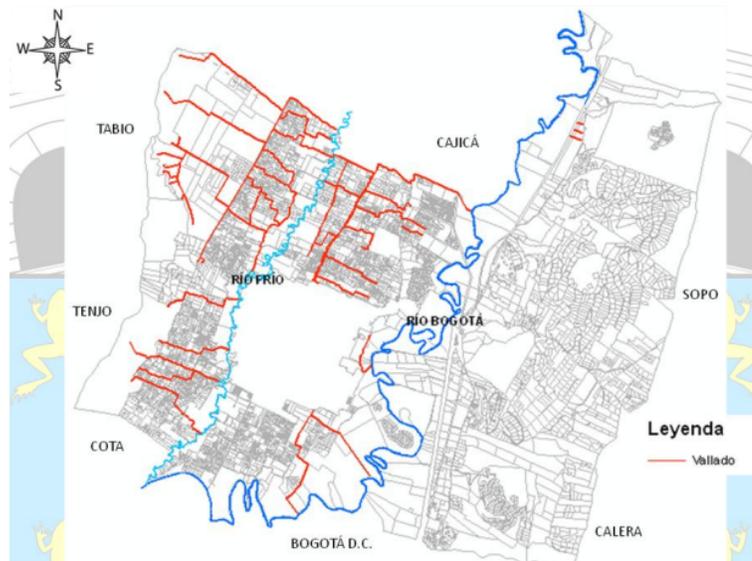


Figura 13. Desembocadura de vallados de chía en río frío (Alcaldía municipal de Chía, 2014)

1.3. Descripción de componentes

1.3.1. Componente biótico

La vereda Fagua se caracteriza por contar mayoritariamente con un ecosistema de tipo agroecosistema, en donde el uso del suelo se encuentra en actividad intensiva con propósitos comerciales (cultivo de flores y alimentos) y ganadería semi intensiva con utilización de pastos mejorados (Alcaldía de Chía, 2015). Cuenta con diferentes fuentes hídricas, contando con la presencia de un cuerpo de agua natural de gran importancia para la zona llamado la Chucua de Fagua. Este afluente natural presenta un ecosistema de tipo humedal, el cual tiene una

desembocadura en el río frío (CAR, 2018). Este tipo de afluentes naturales son de suma importancia ya que no solo alimentan a los ríos, sino que ayudan a prevenir inundaciones en la zona. Tal como la Chucua, existen diferentes vallados (Figura 14) los cuales desembocan igualmente en el río frío.

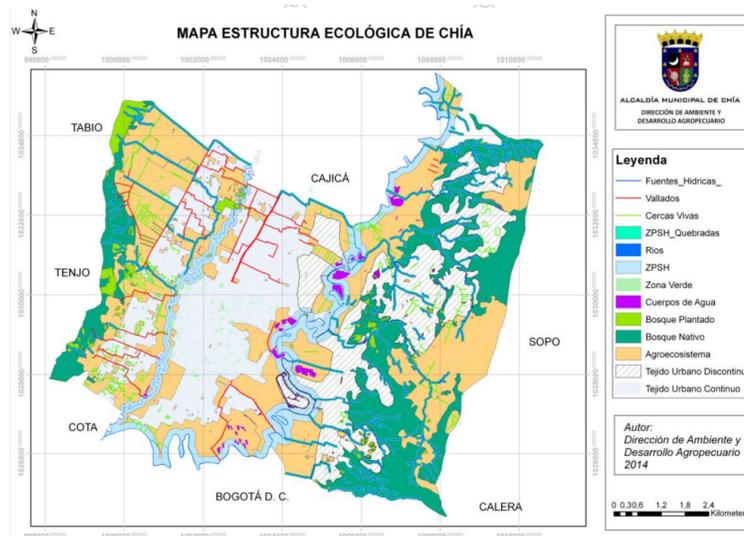


Figura 14. Mapa de procesos de la sede Scarlett, MG Consultores SAS.

El río frío es un río que nace en Zipaquirá, recorriendo cajicá, chía y desembocando en el río Bogotá en el sector las Juntas de la vereda la Balsa. Este río recorre 14.23 km en Chía, atravesando las veredas de Fagua, Bojacá, Tiquiza, el casco urbano, Fonquetá, Cerca de piedra y La Balsa (Alcaldía de Chía, 2014). Este río tiene una gran importancia funcionando como regulador del nivel de agua en épocas de lluvia, sin embargo dada la presencia de residuos, vertimientos y sedimentación por rellenos y actividades productivas, se han generado problemas hidrológicos que han generado inundaciones en época de lluvia (Alcaldía de Chía, 2014).

En cuanto a la fauna y flora presente en la zona, se reportan aproximadamente 307 especies diferentes. En cuanto a la fauna de la zona encontramos principalmente diferentes tipos de aves, moluscos, anfibios y reptiles. Entre estos se puede destacar las aves *Zonotrichia capensis* (copetón), *Icterus chrysater* (toche), *Zenaida auriculata* (paloma tórtola), *Mimus gilvus* (sinsónte), *Vanellus chilensis* (tero-tero), *Ardea alba* (Garza), *Colibri coruscans* (colibrí morado) y *Turdus fuscater* (Mirla) entre otras. Particularmente, se destaca la observación en campo de *Zonotrichia capensis* y *Turdus fuscater* dentro del área de estudio. En el suelo es común encontrar reptiles como *Atractus crassicaudatus* (culebrilla) o moluscos como el *Cornu aspersum* (caracol común). Entre los diferentes tipos de insectos comunes en la zona encontramos a *Apis mellifera* (Abeja occidental), *Dione glycera* (pasionaria andina) y *Thygater aethiops* (Abeja Thygater) (Sierra et al., 2022).

En cuanto a la fauna del lugar, se puede destacar la presencia de diferentes plantas como *Macleania rupestris* (camarera), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Thunbergia alata* (ojo de poeta) y *Impatiens sodenii* (china gigante) entre otras (Sierra et al., 2022). Entre los principales árboles de la zona se pueden encontrar el *Quercus humboldtii* (roble andino), *Alnus acuminata* (aliso andino) y *Solanum ovalifolium* (tomatillo) (Pérez et al., 2016).

1.3.2. Componente abiótico

Entre los diferentes factores a tener en cuenta del proceso encontramos principalmente el área donde se disponen los residuos actualmente, una zona la cual cuenta con un techo que protege parcialmente los residuos de la lluvia. Para los residuos los cuales no cuentan con espacio en dicha zona, se implementan plásticos residuales del proceso de mantenimiento de los invernaderos para cubrir los residuos. A pesar de que este tipo de medidas han ayudado en la reducción de la contaminación por lixiviados, la contaminación directa por el contacto de los residuos con el suelo sigue estando presente.

En primera instancia se realizó la determinación del área y volumen de todo el centro de disposición, esto con base en los planos suministrados por la empresa los cuales se pueden visualizar en la figura 15 donde se observa que el centro de disposición actual tiene una forma de trapecio rectángulo, el cual cuenta con un largo entre 13 y 8 metros que varían cada 0,41 metros, y un ancho de 48 metros, estos divididos en 12 espacios de 4 metros que fueron determinados por la empresa según la necesidad de los residuos a disponer.

Se encontró por medio de las ecuaciones 3, 4 y 5, que el área del centro fue de 504 m², teniendo en cuenta que, la parte rectangular del trapecio tiene un área total de 384 m² y la parte triangular un área de 120 m². Actualmente, la empresa cuenta con un área de 28m² para la disposición de sustrato residual y por medio del rediseño se busca dar lugar a la madera, puesto que esta no está dispuesta en este lugar.

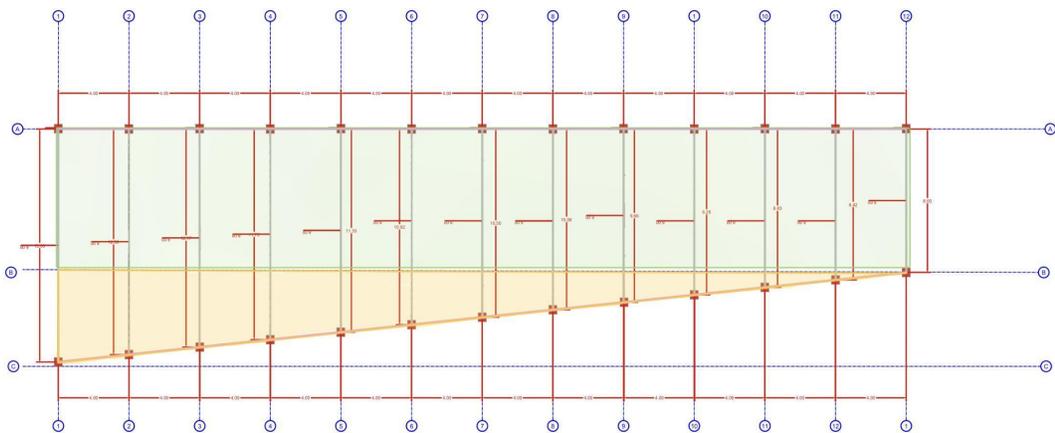


Figura 15. Plano vista superior del área de disposición actualmente implementada por la empresa (López, 2022).

$$A_{\text{rectángulo}} = 48m \times 8m = 384m^2 \quad (3)$$

$$A_{\text{triángulo}} = \frac{5m \times 48m}{2} = 120m^2 \quad (4)$$

$$A_{\text{total}} = 504m^2 \quad (5)$$

En lo que respecta al volumen del centro de disposición, se tuvieron en cuenta las áreas halladas y explicadas anteriormente, y la altura del piso al techo de este, la cual correspondió a 8 metros; sin embargo los volúmenes hallados resultaron en una altura de 4,5 metros debido a que a partir de esta altura el techo del centro de disposición es curvado y la altura limita la capacidad de almacenamiento para los empleados; las medidas correspondientes a la altura de cada espacio dentro del centro de disposición y como este fue diseñado se puede observar en la figura 16.

Gracias a las ecuaciones 6, 7 y 8, se encontró que el volumen total del centro de disposición de residuos actualmente es de 2268 m³, de los cuales 1728m³ corresponden a la parte rectangular del centro de disposición y 540m³ al área triangular; estas medidas evaluadas nos permitieron determinar la cantidad de sustrato y madera residual que se permitirá situar en acopio antes de que empresas terciarias lo retiren.

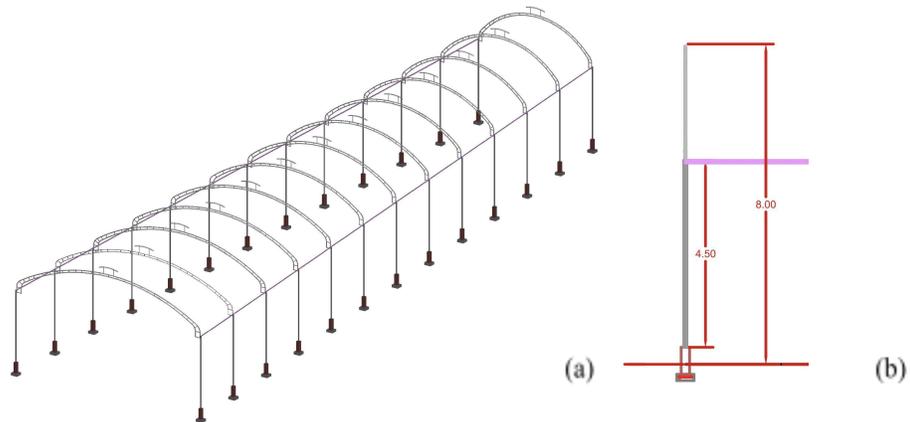


Figura 16. (a) Vista isométrica de centro de disposición. (b) Alturas del centro de disposición. (López, 2022).

$$V_{\text{rectangular}} = 384m^2 \times 4,5 m = 1728 m^3 \quad (6)$$

$$V_{\text{triangular}} = 120m^2 \times 4,5 m = 540 m^3 \quad (7)$$

$$V_{\text{total}} = 2268 m^3 \quad (8)$$

Con el fin de encontrar y determinar la cantidad de sustrato y madera residual que puede ser acopiada en el centro de disposición, también se determinó el área y volumen de cada uno de los 12 espacios en los que este se divide, teniendo en cuenta que todos tienen una profundidad diferente, el volumen y área que aquí se calculan solo es un aproximado y es el área y volumen

mínimo que estas divisiones pueden tener, es decir 8 metros de profundidad, 4 metros de ancho y 4,5 de altura; la división que fue tomada en cuenta se puede observar en la figura 17.

Como se puede ver en las ecuaciones 10 y 11, el área de cada una de las divisiones posee, aproximadamente 32 m^2 y un volumen de 144 m^3 , que corresponden a la capacidad de almacenaje; esto teniendo en cuenta que en la mayoría de situaciones, los residuos son dispuestos solo a una altura de 4.5m y que, en varias situaciones el tipo de orden de almacenaje que manejan los empleados no permite que se llegue a ocupar toda la capacidad del centro de disposición, por lo que cuanto de residuo se disponga depende del orden en que se organice el sustrato.

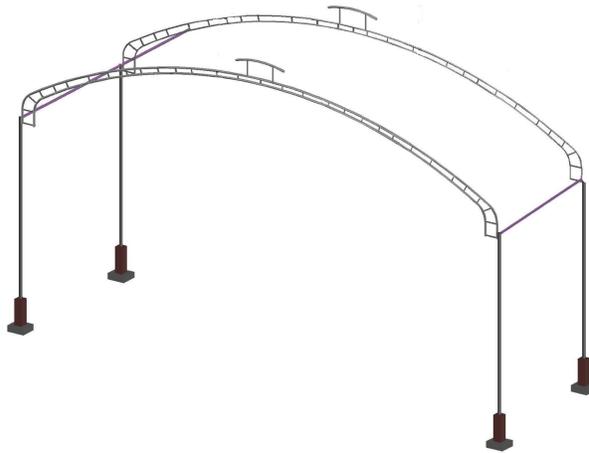


Figura 17. Vista isométrica de las divisiones del centro de disposición actual . (López, 2022).

$$A_{c/U} = 4m \times 8m = 32m^2 \quad (9)$$

$$V_{c/U} = 32m^2 \times 4,5 m = 144m^3 \quad (10)$$

Continuando con el análisis de suelo, el cual permite la evaluación de su estado de toxicidad, en la visita realizada en campo se pudo observar al extraer las muestras para el análisis de suelo, que el sustrato residual se encontraba presente hasta aproximadamente 10 cm como se observa en la figura 18, siendo este la principal cobertura del suelo del área, lo cual nos indica que la composición de este puede estar altamente contaminada.



Figura 18. Presencia de sustrato residual en área de disposición (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, las muestras de suelo fueron tomadas en la zona de almacenamiento de residuos, como se mencionó anteriormente, siguiendo el lineamiento propuesto por el Centro de Biosistemas; donde se obtuvieron los resultados en miligramos por kilogramo que se pueden observar en la tabla 5.

Tabla 5.

Resultados de análisis: Determinación de metales pesados en suelos y su comparación.

Organización	Tipo de muestra	Cd	Pb	Co	Cr
		mg/kg			
Centro de Biosistemas	Muestra 1- Prueba de suelo	0.48	7.53	3.34	6.45
Decreto 1076 de 2015	Valores permisibles	0.01	5	0.05	0.1
EPA 1996	Contenido normal	NA	10	NA	0.1 - 0.5

Nota. Elaboración Propia

Obtenidos los resultados, se realizó la correspondiente comparación con lo estipulado por la normativa colombiana para niveles permisibles de metales pesados en suelo. Como se estipula en el decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, establece en su artículo 2.2.3.3.9.5 los valores permisibles para diferentes metales pesados en suelo de uso agrícola que se pueden visualizar en la tabla 5, junto con los estipulados por la EPA, teniendo en cuenta que utiliza valores generados en regiones con condiciones edafoclimáticas similares.

En el caso del Cadmio el valor estipulado en la norma es de 0.01 mg/kg, mientras que en la muestra se obtuvo un valor 48 veces mayor, para el Plomo la norma es 5 mg/kg mientras que en la

muestra se obtuvo un valor de 7.53 mg/kg, para el Cobalto la norma estipula un valor de 0.05 mg/kg mientras se obtuvo un valor de 3.34 mg/kg, finalmente para el Cromo se establece un valor de 0.1 mg/kg mientras se tuvo un valor 64 veces mayor. De igual manera, teniendo en cuenta los valores establecidos por la EPA y que se pueden visualizar en la tabla 5, los valores de Cromo obtenidos superaron los establecidos, sin embargo los de Plomo no llegaron a rebasarlos, sobre todo teniendo en cuenta que “*A pesar de la baja biodisponibilidad general del Pb en suelos, en áreas industriales o urbanas se alcanzan frecuentemente concentraciones en aire y suelos lo suficientemente altas como para producir efectos tóxicos sobre el hombre y los organismos*” (Vázquez y de Anta, 2008).

A pesar de que este suelo a este momento no se esté implementando en una actividad productiva agrícola, como lo estipula la Ley 388 de 1997, el suelo se divide en urbano, rural y de expansión urbana, en donde la zona donde se encuentra ubicada la empresa clasifica como suelo rural. Dicha ley estipula que todo suelo que se enmarque en el componente rural, debe cumplir las normativas para generar producción agrícola; de igual manera, según la EPA, los valores que rebasan los establecidos corresponden a aquellos donde se encuentra una alteración del recurso suelo y es por esto que, se encontró que el suelo, a pesar de no tener un uso agrícola intensivo, presenta niveles altos de contaminación que son asociados al uso de plaguicidas y la incorrecta disposición de aquellos materiales que están en contacto con estos y son necesarios para el proceso de cultivo de claveles.

1.3.3. Componente socioeconómico

Cualquier proceso, actividad o proyecto cuenta con áreas de influencia directa e indirecta, en donde se deben tener en cuenta todos los factores que interactúan con el mismo, ya sean sociales o económicos. En el caso del proceso evaluado, encontramos una influencia directa en el suelo dispuesto para la disposición de residuos, la cual se ve afectada por el contacto directo de los mismos con el suelo. De igual manera se afecta directamente las aguas de los vallados alledaños, las cuales se pueden ver contaminadas por los lixiviados generados de dichos residuos. En este aspecto podemos ver afectaciones directas a la empresa, ya que se pueden generar multas por la generación de contaminantes o por la inadecuada disposición de los residuos, generando así pérdidas económicas, así como también se presentan no conformidades en los certificados obtenidos, en donde en el peor de los casos se podrían perder generando una disminución en el precio del producto, o la pérdida de clientes.

Cualquier afectación directa a la economía de la empresa tendrá un impacto indirecto en las familias de trabajadores de ésta, dada la reducción del salario o despidos a raíz de la alteración económica. Indirectamente, también se están afectando diferentes regiones y comunidades dada la contaminación de los vallados, en donde se genera eutrofización lo cual retiene el flujo regular del vallado, generando inundaciones en diferentes zonas del municipio. Así mismo se genera un impacto indirecto al frío, el cual se verá influenciado por la desembocadura de los vallados en el mismo, generando un aporte a la contaminación. Es importante tener en cuenta que la alcaldía

municipal de Chía desde el año 2015 cuenta con un plan de recuperación del río frío, en el cual se evalúan las diferentes desembocaduras en el mismo, generando concientización a los municipios involucrados por medio de rondas para explicar la importancia del mismo y estableciendo áreas de protección y mantenimiento (Alcaldía de Chía, 2014).

1.4. Análisis de Impacto

1.4.1. Criterios de Evaluación:

Para la identificación de criterios dentro de los procesos de mantenimiento y almacén, se tuvieron en cuenta los indicadores de evaluación de desempeño ambiental (IDA), que incluyen los indicadores para el desempeño de la gestión (IDG) y los indicadores para el desempeño operacional de la organización (IDO), estos fueron propuestos por la NC ISO 14031:2016. basada en el sistema PER, donde se refleja la presión ejercida por los procesos y las operaciones, teniendo en cuenta el estado del ambiente y el sistema de gestión implementado por una organización (Godínes et al., 2010).

Los indicadores de desempeño ambiental (IDA), se caracterizan por proporcionar información relacionada con la gestión de los aspectos ambientales significativos de una organización y el desempeño ambiental que esta tiene. Estos se pueden utilizar demostrando cómo una organización aborda pilares de sostenibilidad (social, económico y ambiental) (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2016), por lo que se incluyen las políticas, las personas, la planificación de actividades, prácticas y procedimientos en cada uno de los niveles de organización; de igual manera, se incluyen las decisiones y las acciones asociadas con actividades que puedan influir en el desarrollo operativo de la organización y que contribuyen al desempeño ambiental de la misma (Godínes et al., 2010).

Teniendo en cuenta los procesos descritos durante la etapa de disposición de residuos, dentro de este indicador podemos determinar las actividades, dentro de los proceso de mantenimiento y almacén, que impactan cada una de las matrices abordadas desde los pilares de sostenibilidad; esto con el fin de hacer un levantamiento de información primario donde se pueda conocer cómo funciona y cual es el objetivo de cada una de las actividades que pueden afectar de forma directa al medio, teniendo en cuenta que este puede ser económico, social y ecológico, y que muchas de estas actividades afectan a más de uno en su realización.

Como se puede observar en la tabla 6, la descontaminación de sustrato, el triturado de madera y la reparación de herramientas afectan tanto en lo social como en el componente económico a la empresa y a las comunidades aledañas a esta y que pertenecen a la dimensión de lo equitativo que describe la participación en la vida pública, el acceso al empleo, oportunidades de carrera y la no discriminación por medio de la oportunidad a recibir un salario (Castaño, 2013. p. 29); estas tres actividades son generadoras de empleo y de oportunidades a diferentes empresas y operarios.

Por otro lado, las actividades descritas como *generación de plástico reutilizable* y de *sustrato descontaminado* afectan los componentes económico y ecológico que hacen parte de la dimensión de lo viable, que describe actividades dependientes de una serie de condiciones dadas por la sociedad y por quienes tienen que ver con ellas; estas actividades requieren de condiciones para su disposición por lo que, un inadecuado manejo de los residuos producidos en ellas afecta al desarrollo sostenible de la empresa.

Tabla 6.

Información referente al desempeño ambiental de la organización durante los procesos de mantenimiento y almacén.

Componente impactado	Actividad	Descripción
Económico	Descontaminación del sustrato	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera un gasto económico para la empresa.
	Triturado de madera	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera un gasto económico para la empresa.
	Herramienta clasificada	Esta actividad permite a la empresa reutilizar herramientas y por ende disminuir su gasto económico.
	Generación de plástico reutilizable	El plástico reutilizable permite a la empresa disminuir costos económicos.
	Generación de sustrato descontaminado	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera un gasto económico para la empresa.
	Reparación de herramientas	Contar con la reparación de herramientas le permite a la empresa disminuir costos económicos.
Social	Descontaminación del sustrato	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera empleo y contratos de trabajo a otras comunidades y empresas.
	Triturado de madera	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera empleo y contratos de trabajo a otras comunidades y empresas.
	Triturado de material vegetal	Esta actividad es generada por un tercero, por lo que genera empleo y contratos de trabajo a otras comunidades y empresas.

Componente impactado	Actividad	Descripción
	Reparación de herramientas	La necesidad de reparación de herramientas genera nuevos empleados en la comunidad aledaña.
Ecológico	Clasificación del plástico	Esta actividad permite reutilizar los plásticos utilizados en el cultivo y por ende disminuir la generación de residuos.
	Generación de madera reutilizable	Esta actividad permite reutilizar la madera de las camas de cultivo y por consiguiente disminuir la generación de residuos.
	Generación de plásticos contaminados o rotos	Esta actividad aumenta la generación de residuos en la empresa que, si no son tratados adecuadamente pueden generar contaminación cruzada.
	Generación de plástico reutilizable	Esta actividad permite reutilizar el plástico y disminuir la generación de residuos y posible, contaminación.
	Generación de sustrato descontaminado	Esta actividad permite reutilizar el sustrato de las camas de cultivo y disminuir la generación de residuos y posible, contaminación.

Nota. Elaboración Propia.

Dado que este indicador también nos permite identificar los requisitos ambientales y legales vigentes en la actualidad asociados a la organización, se realizó la identificación de leyes, decretos y estándares que rigen las actividades de la empresa y se clasificaron como se puede visualizar en la tabla 3, donde se presentan leyes referentes a los residuos y desechos peligrosos; por otro lado en la tabla 7, se presentan los estándares que tiene en cuenta la empresa en las certificaciones de Flor Verde y Rainforest Alliance en el campo de la disposición final de residuos generados.

Tabla 7.

Estándares a tener en cuenta durante los procesos de la organización.

Organización	Estándar	Requisito Fundamental
Rainforest Alliance	6.7.1	Los desechos se almacenan, tratan y descartan de manera que no plantean riesgos para la salud o la seguridad de las personas, los animales o los ecosistemas naturales. Los desechos se almacenan y descartan únicamente en áreas designadas y no se desechan en ecosistemas naturales o acuáticos. Los desechos no orgánicos no se dejan en el suelo. ^a
Flor Verde	6.4	Se cuenta con sistemas de recolección y almacenamiento de lixiviados y se dispone de métodos apropiados para su utilización dentro o fuera de la

unidad de producción.

En caso de no ser técnica o económicamente viable la reutilización de los lixiviados dentro o fuera la unidad de producción, se debe disponer de una justificación documentada.^b

- 8.6 Para los residuos aprovechables, contar con un centro de disposición, el cual se encuentra cubierto y seco, con espacios definidos y señalizados, donde se mantengan clasificados, separados y ordenados los diferentes residuos almacenados. Para los residuos no aprovechables, contar con un sitio para su almacenamiento temporal. Este sitio se encuentra encerrado, cubierto, ventilado y señalizado.^c
-

Nota. Rainforest Alliance (2020, p. 81). ^b FLORVERDE (2021, p. 26). ^c FLORVERDE (2021, p. 40).

Este tipo de indicadores describen la realización de actividades descritas en tablas anteriores, donde se habla de la generación y disposición de residuos tanto aprovechables como no aprovechables, y como su clasificación depende de lo allí descrito; en el caso de la generación de plásticos reutilizados y de sustrato descontaminado que afecta a la dimensión soportable, su adecuado manejo se ve determinado el estándar 6.7.1 en donde se expresa que debe ser almacenado, tratado y plantado de manera que no afecte a su entorno y en un área designada.

Los indicadores para el desempeño operacional de las organizaciones (IDO), proporcionan información acerca del desempeño ambiental de las operaciones en la organización como por ejemplo, la reducción de emisiones, el uso de energía y recursos hídrico (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2016), están vinculados a las entradas de materiales y servicios, el diseño, la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones físicas y equipos; así como productos, servicios, residuos y emisiones resultante de la organización (Godínes et al., 2010). Teniendo esto en cuenta, por medio de este indicador evaluamos los programas y duración de los procesos que se llevan a cabo, al igual que los recursos que se utilizan durante cada una de las actividades de los procesos, la materia prima utilizada, los desechos peligrosos y las áreas prioritarias.

En lo que respecta al proceso de mantenimiento, como se puede observar en la tabla 8, en la mitad de las actividades se producen residuos que necesitan de una disposición final en área restringida y determinada por la empresa, puesto que su disposición final debe ser por parte de un tercero y no puede tener contacto con otras matrices biológicas dado que son categorizados como desechos peligrosos.

En cuanto a las dos últimas actividades, la generación de compost por parte de la actividad del triturado de sustrato, si bien no es categorizado como desecho peligroso debe tener un lugar de disposición como es descrito en el estándar 8.6 de FLORVERDE para su adecuado manejo; en cuanto a las camas de cultivo, estas permiten disminuir la erosión en el suelo a causa de cultivos extensivo de flores por lo que su uso se considera como una buena práctica ambiental dentro de la empresa.

Tabla 8.

Información referente al desempeño operacional de la organización durante el proceso de mantenimiento.

Actividad	Materia Prima	Producto	Desechos peligrosos	Áreas prioritarias
Clasificación de las flores	Flor sin cortar	Flores defectuosas		
Boncheo	Flores clasificadas	Tallos	Sustrato vegetal	
Empaquetado	Flores boncheadas	Flores		Área de cultivo
Remoción de camas de cultivo	Remoción de sustrato residual	Sustrato residual	Lixiviados	
	Remoción de madera residual	Madera residual		
Triturado de sustrato	Sustrato vegetal		NA	Centro de disposición
	Flores defectuosas	Compost		
	Tallos			
Establecimiento de camas de cultivo	Sustrato descontaminado Materiales e insumos	Camas de cultivo listas para sembrar	NA	Área de cultivos

Nota. Elaboración Propia

Para el proceso de almacén, de todas las actividades solo una cuenta con un producto categorizado dentro de los desechos peligrosos que corresponde a los envases de fertilizantes directamente relacionados con las actividades de MIPE y MIRFE. En lo que respecta al resto de actividades, los productos que generan son entregados a terceros por lo que, dentro de la empresa deben contar con un adecuado almacenamiento dentro de un área designada como se especifica en el estándar 8.6 de FLORVERDE y que hace parte directamente del proceso de mantenimiento dentro de la empresa.

Tabla 9.

Información referente al desempeño operacional de la organización durante el proceso de almacén.

Actividad	Materia Prima	Producto	Desechos peligrosos	Áreas prioritarias
MIPE	Necesidad de materiales e insumos	Residuos aprovechables	NA	Área de cultivo
MIRFE		Envases de fertilizantes	Contaminación	
Acopio temporal	Sustrato residual	Triturado de madera	NA	Terceros

	Madera residual	Limpieza del material vegetal		
Gestión de inventarios	Materiales e insumos	Gestión de inventarios	NA	Administración
Triturado de la madera	Madera residual	Serrín		
Limpieza del material vegetal	Sustrato residual	Descontaminación del sustrato	NA	Terceros
Descontaminación del sustrato	Sustrato residual	Sustrato descontaminado		
Triturado del material vegetal	Sustrato residual	Compost		

Nota. Elaboración Propia.

Por último, *los indicadores de desempeño de la gestión (IDG)* proporcionan información sobre los esfuerzos de la dirección para influenciar el desempeño ambiental de la dirección de la organización, estos pueden mostrar mejoras en aspectos tanto sociales como económicos, que pueden no estar vinculados con los procesos de la organización pero que pueden relacionarse con su gestión ambiental (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2016). Las IDG proporcionan información acerca de los esfuerzos de la dirección de una organización para cumplir aquellos objetivos relacionados con los requisitos legales y regulatorios (Godínes et al., 2010).

Teniendo en cuenta que, como se mencionó en el análisis del indicador IDO, la mayoría de actividades que necesitan de un mayor desarrollo de infraestructura para el almacenamiento de residuos y un mayor cumplimiento de requisitos tanto legales como regulatorios, están dentro del proceso de mantenimiento por lo que el indicador IDG nos permitirán identificar los números de empleados implicados en el proceso, sus funciones y responsabilidades y el número de proveedores, junto con la observación de actividades que nos permite evaluar el desempeño de la organización para cumplir objetivos tanto sociales como económicos relacionados con su gestión ambiental.

- Número de empleados implicados: 50
- Número de proveedores: 2

Tabla 10.

Información referente al desempeño de la gestión de la organización durante el proceso de mantenimiento.

Proceso	Actividad	Producto	Medidas Regulatorias empleadas
Mantenimiento	Clasificación de las flores	Sustrato vegetal (Flores defectuosas)	- Decreto 605 de marzo 27 de 1996, Mindesarrollo.
	Boncheo	Sustrato vegetal (Tallos)	- Ley 09 del 24 de enero de 1979, Congreso.
	Empaquetado	Sustrato vegetal (Flores)	- Ley 388 de 1997, Congreso.
	Remoción de camas de cultivo	Sustrato Residual	- Decreto 1594 de 1984 Minsalud
		Madera Residual	- Decreto 901 de 1997 Minambiente
	Triturado de sustrato	Compost	- Decreto 605 de 1996 Mindesarrollo
	Establecimiento de camas de cultivo	Camas de cultivo	- Acuerdo 016 de 1998 CORNARE

Nota. Elaboración Propia

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, y como se puede observar en la tabla 10, las actividades relacionadas con la disposición de sustrato y madera residual dentro de la empresa son reguladas por decretos, leyes y acuerdos que permiten un adecuado manejo de los residuos en la empresa, sin embargo, actividades como la remoción de camas de cultivo y el triturado de sustrato, requieren no solo de planes que disminuyan su daño ecosistémico en el medio, sino también de infraestructura donde estos sean almacenados y tratados para que la ejecución de acuerdos o decretos relacionados con el suelo sean cumplidos a cabalidad por parte de la empresa. Es por esto que se decidió que la evaluación de impactos ambientales haciendo uso de metodologías detalladas, que nos permitirá identificar aquel impacto principal a tratar por medio de la bioingeniería, solo será implementado en las actividades asociadas al proceso de mantenimiento.

2. Identificación y evaluación de impactos

Teniendo en cuenta la identificación realizada durante las principales fases de diagnóstico de los procesos de mantenimiento y almacenamiento implementados por la empresa, se planteó la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales asociados al proceso de mantenimiento por medio del uso de las metodologías de Leopold y Conesa, que nos permitirán identificar todos aquellos componentes, cualidades y proceso del entorno que pueden verse afectados durante el proceso anteriormente mencionado y que por ende, generan un impacto o cambio sobre el medio ambiente. Esto se realizó, considerando las interacciones entre las acciones o actividades generadoras de impactos, y los elementos susceptibles de ser impactados.

La metodología de Leopold, principalmente, nos permitió realizar la descripción de las acciones propuestas durante el proceso de mantenimiento, teniendo en cuenta las acciones que causan impacto ambiental, y las condiciones ambientales existentes que pueden verse afectadas por estas acciones; de igual manera, se realizó la identificación de factores asociados a las características y condiciones existentes en el medio a evaluar, y las interacciones que pueden existir entre estas (Ponce, 2011).

Posterior a esto, se realizó la implementación de la metodología de Conesa, en donde se buscaba tener una valoración cualitativa del impacto ambiental que se estaba generando actualmente, considerando todos los factores o componentes anteriormente identificados. El grado de manifestación cualitativa del efecto de las acciones que se evalúan, quedaron reflejadas en la importancia del impacto, que se identificó por medio del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, la caracterización del efecto según atributos como el signo, la extensión, plazo de manifestación, la persistencia, la reversibilidad, la sinergia, la acumulación, relación causa - efecto, prioridad y recuperabilidad (Hidroar, 2015).

1. *Signo*: El signo hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las acciones que actúan sobre los factores ambientales identificados, teniendo en cuenta que primero se debe estudiar aquellos que se consideran perjudiciales para prevenirlos o mitigarlos.
2. *Intensidad*: Hace referencia al grado de incidencia de la acción sobre el componente ambiental a evaluar. Su valoración está comprendida entre el 1 y el 12, donde una intensidad nivel 1 representa una afectación mínima y un nivel 12 una destrucción total del componente.
3. *Extensión*: La extensión se refiere al área de influencia teórica el impacto en relación con el entorno de la actividad. Su valoración está comprendida del 1 al 4, donde 1 refiere a un impacto de carácter puntual, y 4 refiere a un impacto de carácter extenso.
4. *Momento*: Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Su valoración está comprendida entre 1 y 4, donde 1 hace referencia a largo plazo, y 4 hace referencia a un tiempo transcurrido nulo o inferior a 1 año.
5. *Persistencia*: Es el tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor retornaría a las condiciones iniciales previas a las acción por medios naturales o por el uso de medidas correctoras. Su valoración está comprendida entre 1 y 4, donde 1 hace referencia a una permanencia de menos de 1 año, donde el efecto es fugaz, y 4 hace referencia a una permanencia superior a 10 años, donde el efecto es permanente.
6. *Reversibilidad*: Si bien puede confundirse con la persistencia, esta hace referencia a la posibilidad de retornar a las condiciones naturales, los factores afectados, por medios

naturales. Su valoración está comprendida entre 1 y 4; donde 1 es a corto plazo y 4, comprende a un efecto irreversible.

7. *Recuperabilidad*: Hace referencia a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por medio de acciones antrópicas, es decir, haciendo uso de medidas correctivas. Su valoración está comprendida entre 1 y 8, donde 1 es recuperable a corto plazo, y 8 es irrecuperable.
8. *Sinergia*: Contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan de forma simultánea, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
9. *Acumulación*: Hace referencia al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Su valoración está comprendida entre 1 y 4, donde 1 hace referencia a una acción que no produce efectos acumulativos y 4, hace referencia a una acción con efectos acumulativos.
10. *Efecto*: El efecto evalúa la relación causa - efecto, lo que refiere a la manifestación del efecto sobre un factor. El efecto puede ser directo (valor 4) e indirecto (valor 1)
11. *Periodicidad*: Hace referencia a la regularidad en la que se manifiesta el efecto en un factor determinado. Su valoración está comprendida entre 1 y 2, donde 1 hace referencia a un efecto irregular, 2 a un efecto constante en el tiempo y 4, a un efecto continuo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se realizó la evaluación de impactos asociados a las actividades del proceso de mantenimiento, donde, se ponderaron cada uno de los criterios anteriormente descritos con el fin de asignar una importancia a cada impacto y determinar puntos críticos que serán considerados en el análisis de alternativas de prevención, mitigación y/o compensación, y que permitieron formular las recomendaciones destinadas a mitigar impactos no deseados y potenciar los impactos de signo positivo.

$$I = \pm[3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (11)$$

Tabla 11.
Clasificación de los impactos.

Categoría de significancia del IMPACTO ambiental	Clasificación negativa	Clasificación positiva	Puntaje
Irrelevante			<13
Bajo			De 13 - 24
Moderado			De 25 - 50
Crítico			> 50

Nota. Elaboración Propia

La importancia del impacto fue calificada siguiendo la ecuación 3 propuesta por el método CONESA, su resultado numérico se clasificó entre los intervalos mencionados en la tabla 11 y nos permitieron concluir que el impacto más significativo en el ambiente y que requiere de planes de mitigación y prevención es la contaminación de fuentes hídricas y suelos a partir de la generación de residuos sólidos en la construcción de camas de cultivo, con una valoración de 54 que indica un estado crítico y que se puede observar en la figura 19.

La contaminación de fuentes hídricas y suelos, dependen no solo de los procesos relacionados con la cosecha, sino también con el manejo y tratamiento que reciben los residuos una vez es finalizada la producción y que, normalmente, son dispuestos en centros de disposición, que si bien cuentan con un área específica para su acopio temporal, pueden ser perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas aledaño a este. En el caso de la sede Scarlett, la contaminación de suelos a partir de la generación de residuos no fue identificada en los centros de hidroponía o producción de clavel como es de esperarse, sino en los lugares dispuestos para el almacenamiento temporal del sustrato y la madera residual que son trasladados después de un determinado tiempo a empresas terciarias que realizan su disposición final o tratamientos que permitan su reutilización.

Como resultado de todo lo anterior podemos concluir que la principal actividad que genera un impacto ambiental negativo en la empresa hace parte del manejo de residuos sólidos dentro de los procesos de mantenimiento ya establecidos, en donde no se cuenta con un centro de disposición con los parámetros adecuados para conservar la calidad de los ecosistemas, que de hecho, ya son establecidos por los estándares de FLORVERDE y Rainforest Alliance con el fin de promover una floricultura sostenible que preserve la vida de todos los entes biológicos, incluyendo la de aquellos que no hacen parte directa de los procesos de la producción de clavel. Teniendo esto en cuenta, se busca diseñar el proceso de recolección y disposición de el sustrato y madera residual, que permita la implementación de un centro de disposición que cumpla con los parámetros necesarios para el manejo de los residuos y que permita la preservación, prevención y corrección del suelo que al día de hoy se encuentra afectado. En el **anexo 4** se puede visualizar cada uno de los tributos evaluados de forma cuantitativa en la matriz, los cuales permitieron la identificación del impacto con mayor relevancia.

PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	Clasificación		¿Cuál es la relevancia del impacto ambiental?
				Positivo /Negativo	Potencial/Real	
MANTENIMIENTO	Clasificación de las flores	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	-	R	32
	Boncheo	Uso del recurso hídrico	Agotamiento del recurso	-	P	32
		Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	-	R	36
	Empaquetado	Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	R	33
	Etiquetado	Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	R	32
	Eliminación de residuo vegetal	Generación de residuos sólidos	Prevención de enfermedades en organismos vegetales	+	P	22
	Disposición de sustrato residual en lonas	Proliferación de contaminantes	Prevención de contaminantes en el suelo	+	R	29
	Desmote de las camas de cultivo	Generación de residuo sólido	Prevención de la proliferación de contaminantes	+	P	24
	Disposición de la madera residual	Generación de residuo sólido	Contaminación del suelo	-	R	43
	Construcción de camas de cultivo	Sustitución del suelo para cultivo	Mitigación de degradación del suelo	+	R	30
		Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	P	54
	Instalación del sustrato en camas de cultivo	Crecimiento de la flor	Prevención de proliferación de enfermedades en plantas	+	P	23
	Adecuación de sistema de riego en camas	Consumo de agua	Agotamiento del recurso	-	P	42
	Transporte de residuos al centro de disposición	Uso de combustible	Contaminación atmosférica	-	P	37
		Generación de ruido	Contaminación auditiva	-	P	24
	Recolección de material vegetal	Proliferación de contaminantes	Prevención de contaminantes en el suelo	+	R	24
	Disposición del material vegetal	Proliferación de contaminantes y vectores	Contaminación al suelo y organismos vegetales	-	R	40
	Triturado de material vegetal	Generación de residuos sólidos	Contaminación al suelo	-	R	36
Generación de ruido		Contaminación auditiva	-	P	24	
Transporte de materia vegetal a sede vecina	Uso de combustible	Contaminación atmosférica	-	P	37	

Figura 19. Matriz de Impacto ambiental para el proceso de mantenimiento. (Elaboración propia)

3. Rediseño del centro de disposición

3.1. Diseño básico

3.1.1. Establecimiento de los requerimientos:

Para la realización del diseño básico del rediseño del centro de disposición, se planteó la implementación de una matriz QFD, por medio de la determinación de los requerimientos tanto funcionales como del cliente, que rigen el rediseño del centro de disposición como medio de mitigación de los impactos anteriormente expuestos; para esto se tuvieron en cuenta las medidas actualmente asociadas a la capacidad del centro de disposición para el almacenaje de los residuos propuestos como lo son el área, el volumen y el perímetro hallados durante el diagnóstico. Los requerimientos planteados en la matriz QFD se pueden observar en la tabla 12, donde no solo se incluyen como requerimientos las medidas del centro de disposición actual, sino las características propuestas para centros de almacenamiento por los estándares de Rainforest y FLORVERDE.

Tabla 12.

Requerimientos para el diseño del centro de disposición.

	Requerimientos del diseño	Justificación
	El volumen de residuos dispuestos no debe superar los 2268 m ³	Actualmente el centro de disposición de residuos empleado por la empresa cuenta con un volumen de 2268m ³ y no se debe disponer de otros espacios para el rediseño de este.
	El área de disposición debe contar con un área techada de máximo 504 m ²	Actualmente el centro de disposición de residuos empleado por la empresa cuenta con un volumen de 504m ² y no se debe disponer de otros espacios para el rediseño de este.
	El perímetro de cobertura del área de disposición debe contar con máximo 213.26 m	Debido a que el área a utilizar durante el rediseño del centro de disposición debe ser el mismo, el perímetro de cobertura está sujeto a estas medidas.
Requerimientos Funcionales	El área de disposición debe contar con un sistema de monitoreo de la cantidad de residuo dispuesto.	Esto con el fin de garantizar la adecuada disposición de los residuos dentro del centro de disposición y su no esparcimiento en otros ecosistemas como el suelo.
	Los materiales asociados al cubrimiento del área de disposición deben evitar el traspaso de lixiviados.	
	El sistema de recolección de lixiviados debe funcionar de forma constante.	
	El sistema de recolección de lixiviados debe evitar el contacto de estos con sistemas biológicos.	Estándar 6.4 de Flor Verde

Requerimientos del Cliente	El área de disposición debe contar con máximo 504m ²	Actualmente el centro de disposición de residuos empleado por la empresa cuenta con un área de 504m ² y no se debe disponer de otros espacios para el rediseño de este.
	El área de disposición por residuos debe ser de máximo 32m ²	Actualmente el centro de disposición de residuos empleado por la empresa cuenta con un área por cubículo de 32m ² y no se debe disponer de otros espacios para el rediseño de este.
	El área de disposición debe impedir el contacto con ecosistemas naturales o acuáticos.	Estándar 6.7.1 de Rainforest Alliance
	Los desechos deben ser almacenados en el área designada por la sede.	
	El área de disposición debe contar con un sistema de recolección y almacenamiento de lixiviados	
	El área de disposición debe encontrarse cubierta y seca.	Estándar 8.6 de Flor Verde
	El área de disposición debe contar con espacios definidos y señalizados.	
	El área de disposición debe encontrarse en cercado.	
	El área de disposición debe contar con ventilación.	

Nota. Elaboración Propia

Como se puede visualizar en la tabla, una de las justificaciones para los requerimientos que se enfocan en las medidas del centro de disposición, es el no poder disponer de un espacio, área, volumen o perímetro mayor del ya utilizado puesto que, dentro de los acuerdos verbales que se hicieron con la empresa se estableció utilizar el espacio ya designado por ellos para la disposición de residuos puesto que, la utilización de áreas más grandes obligaría a la empresa a utilizar espacios que ya tienen designados para cultivos, mantenimiento de fuentes hídricas o espacios de trabajo con operarios, lo que aumenta no solo el presupuesto del proyecto, sino también el diagnóstico de procesos y análisis de impactos ambientales de cada uno de ellos.

En el caso de aquellos requerimientos que se rigen bajo los estándares de FLORVERDE y Rainforest Alliance, se encontró que el área de disposición no cuenta con una superficie, lo que ocasiona que el sustrato esté en contacto permanente con el suelo, ni con un sistema de recolección y almacenamiento de lixiviados, lo que ha ocasionado el deterioro y la erosión del suelo encontrado durante el diagnóstico y el análisis de impactos ambientales; es por esto que durante el planteamiento son estos los requerimientos con mayor peso. En lo que respecta a la madera residual, se tiene en cuenta que esta no tiene ningún lugar específico para su almacenamiento, por

lo que el rediseño del centro de disposición debe contar obligatoriamente con un lugar para su disposición y posterior tratamiento.

En cuanto a la matriz QFD presente en la figura 20 y en el anexo 4, los porcentajes fueron evaluados por medio de la ecuación 12, la cual permitió clasificar a los requerimientos 1 “*El área de disposición debe contar con 504m²*” y 4 “*Los desechos deben ser almacenados en el área designada por la sede*” como los aspectos más importantes a tener en cuenta según la importancia dada por el cliente y las necesidades para el cumplimiento de los estándares que determinan la adecuada disposición de residuos dentro de la empresa.

$$\frac{\text{Importancia para el cliente}}{\Sigma (\text{Importancia para el cliente} * \# \text{ de requerimientos del cliente})} \quad (12)$$

De igual manera, gracias a la matriz QFD, se pudo determinar que los “Cómo” o requerimientos funcionales 1, 2, 3, 5, 6 y 8 poseen una correlación fuerte con el cumplimiento de los requerimientos o necesidades del cliente, que también corresponde a lo necesario para la adecuada disposición de residuos por los estándares FLORVERDE y Rainforest, por lo que estos seis requerimientos también necesitan de un cumplimiento absoluto para que el diseño del centro de disposición sea completamente funcional y permita disminuir los impactos ambientales que actualmente se generan en el proceso de mantenimiento de la empresa.

QFD: House of Quality
 Project: MG Consultores SAS
 Date: 26/11/2022

Correlations	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	

Relationships	
Strong	●
Moderate	○
Weak	▽

Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	◇
Minimize	▼

Row 3	Weight Chart	Relative Weight	Customer Importance	Maximum Relationship	Customer Requirements (Explicit and Implicit)	Column 6	1	2	3	4	5	6	7
						Direction of Improvement	▼	◇	◇	◇	▲	◇	▲
					El volumen de residuos dispuestos no debe superar los 226Sm3								
					El área de disposición debe contar con un área techada de 504m2								
					El perímetro de cobertura del área de disposición debe contar con 213,26m								
					El área de disposición debe contar con un sistema de monitoreo de la cantidad de residuo dispuesto.								
					Los materiales asociados al cubrimiento del área de disposición deben evitar el transpaso de lixiviados.								
					El sistema de recolección de lixiviados debe funcionar de forma constante.								
					El sistema de recolección de lixiviados debe evitar el contacto de estos con sistemas biológicos.								
1		17%	5	9	El área de disposición debe contar con 504m2	●	●	●	○	○	○	▽	○
2		13%	4	9	El área de disposición por residuos debe ser de 32m2	●	○	○	○	○	○	▽	○
3		10%	3	9	El área de disposición debe impedir el contacto con ecosistemas naturales o acuáticos.	○	▽	○	○	●	○	○	●
4		17%	5	3	Los desechos deben ser almacenados en el área designada por la sede.	○	○	▽	▽	▽	▽	▽	○
5		7%	2	9	El área de disposición debe contar con un sistema de recolección y almacenamiento de lixiviados	▽	○	○	▽	●	●	●	●
6		13%	4	9	El área de disposición se debe encontrarse cubierta y seca.	▽	●	●	▽	●	●	○	○
7		13%	4	3	El área de disposición debe contar con espacios definidos y señalizados.	▽	▽	○	○	○	▽	▽	▽
8		7%	2	9	El área de disposición debe encontrarse encerrado.	▽	○	●	▽	○	○	▽	▽
9		3%	1	3	El área de disposición debe contar con ventilación.	▽	○	○	▽	▽	▽	▽	▽

Figura 20. Matriz QFD para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).

3.1.2. Diseño del sistema que determina el centro de disposición:

Con el fin de determinar las variables de entrada y salida que se deben tener en cuenta para el diseño del centro de disposición, y las cuales regirán los parámetros para la recolección y disposición del sustrato y la madera residual, se implementó un modelo de caja negra o también llamados modelos empíricos, puesto que estos no tienen significado físico y su objetivo es encontrar un buen modelo que se ajuste a lo observado de forma experimental. Teniendo en cuenta que se tiene un modelo lineal, este modelo permite la parametrización de actividades o

requerimientos a tener en cuenta para obtener, en este caso, un adecuado manejo de los residuos y disminuir los impactos ambientales que allí se producen.

Teniendo en cuenta que los principales residuos que son dispuestos en el centro de disposición son el sustrato y madera residual, el plástico reutilizable perteneciente en su mayoría al mantenimiento de los invernaderos, y los materiales y herramientas que no funcionan o prestan el servicio deseado los cuales se clasifican bajo el nombre de “módulos”; se identificaron el estado en que estos residuos son llevados a empresas terciarias para su reutilización o manejo, y se categorización como las salidas del sistema debido a los impactos que estos pueden tener sobre los ecosistemas aledaño sobre su tiempo indeterminado de acopio.

En lo que respecta a la madera residual, se determinó que debe poseer un adecuado tratamiento durante su acopio para ser trasladado por la empresa Agro Reciclaje Lamprea y sometida a su determinado tratamiento donde es triturada y utilizada, de igual manera, se considera que el sustrato residual debe poseer un adecuado almacenamiento con el fin de permitir su traslado a la empresa Florval la cual permite su tratamiento para su adecuada reutilización. Como producto de estos dos residuos, se encontró que la generación de lixiviados durante el almacenamiento de estos residuos se presenta de forma constante, por esto se determinó que es necesario tener en cuenta su recolección y almacenamiento para su posterior envío a las autoridades ambientales pertinentes como se puede visualizar en la figura 21.



Figura 21. Modelo de caja negra para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).

Para evaluar la necesidad y los parámetros a tener en cuenta en el diseño del centro de acopio, también fue necesario tener en cuenta el plástico reutilizable y los módulos que son dispuestos allí, esto debido a que si bien no son los residuos problemáticos en los que se basa este proyecto, su caracterización y almacenaje son necesarios ya sea para su reutilización o disposición final.

Posterior al análisis anteriormente explicado, se implementó el modelo de caja gris con el fin de encontrar un diseño adaptable y eficiente que permita describir la dinámica de los residuos dentro del centro de disposición teniendo en cuenta las salidas que se esperan obtener y las empresas a donde suele ser trasladado. Para la determinación de las dinámicas se tuvieron en

cuenta los requerimientos tanto del cliente como funcionales que se describen en la tabla 12 y que aseguran un manejo y tratamiento adecuado de los residuos que minimiza los impactos ambientales encontrados en la evaluación de impactos,

Como se puede ver en la figura 22, la madera y el sustrato deben ser dispuestos en el centro únicamente si este se encuentra completamente cubierto, seco y ventilado; dentro del centro todas las subdivisiones deben estar señalizadas para que el personal y los operarios de la empresa tengan conocimiento de donde se deben disponer cada uno de los residuos de postcosecha, teniendo en cuenta que cada uno de estos debe ser clasificado según su nivel de contaminación y tamaño (dependiendo del residuo), debe ser ordenado dentro del centro según los parámetros para su almacenamiento, y debe ser separada teniendo en cuenta la clasificación anteriormente mencionada y el tipo de residuo.

En lo que respecta al acopio temporal de los residuos, se debe tener en cuenta, principalmente la clasificación y la organización que estos deben tener, y en lo que respecta al almacenamiento de lixiviados, se debe tener en cuenta la organización de los residuos que pueden generarlos y su adecuada separación, esto teniendo en cuenta que residuos como la madera y el sustrato residual son los más propensos a generarlos.

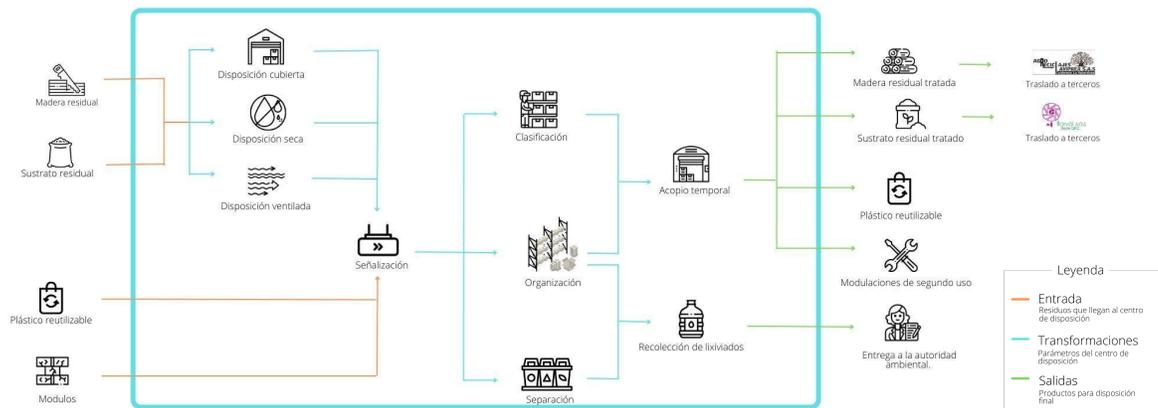


Figura 22. Modelo de caja gris para el rediseño del centro de disposición. (Elaboración propia).

3.2 Diseño Detallado

Teniendo en cuenta que dentro de la necesidad de rediseñar el centro de disposición actualmente empleado por la empresa también se necesita adecuar el espacio dispuesto para esto, se determinó que este debe proporcionar las instalaciones necesarias para recibir, almacenar y trasladar los residuos dependiendo de la naturaleza de esta y de la forma en la que se maneja. De igual manera, se debe tener en cuenta el control del tamaño de los inventarios y la ubicación de estos, las instrucciones o indicaciones sobre el manejo, el abastecimiento y el número apropiado de bahías para despacho y recepción.

El diseño de sistemas de almacenamiento implica agrupar dos objetivos que son: maximizar el uso del volumen del espacio y permitir un fácil y rápido acceso al producto almacenado; esto teniendo en cuenta que un sistema correctamente almacenado debe usar adecuadamente el volumen construido, facilitar el acceso a los productos, minimizar las distancias recorridas, favorecer el flujo de bienes, movimiento y el control de la materia prima, y prevenir el deterioro y/o la contaminación de lo que se está almacenando (Murga, 2011).

3.2.1. Propuestas de solución para el almacenamiento del sustrato residual

Debido a que se busca especificar la disposición del sustrato de forma en que este no sea extendido por el suelo dispuesto para el almacenamiento de residuos, se determinaron las medidas y el peso de los costales que son utilizados para la disposición del sustrato residual. Cada uno de los costales utilizados cuentan con una altura de 90cm de largo y 70 cm de ancho como se puede ver en la figura 23, los cuales tienen una capacidad de 14 kg cada uno y una capacidad volumétrica de 0.189m³.



Figura 23. Medidas para los bultos del sustrato residual (Elaboración propia).

$$V_{c/U} = 0.63m^2 \times 0.2m = 0.189m^3 \quad (13)$$

Teniendo en cuenta la organización de los residuos escogida y justificada anteriormente, y el peso promedio de las lonas de sustrato residual junto con los requerimientos determinados en la

matriz QFD. Se realizó el diseño del espacio para sustrato residual a partir del diseño del centro de acopio actualmente implementado, este cuenta una estructura cubierta, 3 niveles de estantería y un recubrimiento completo alrededor del centro; de igual manera, como es determinado actualmente, cada uno de los espacios de almacenamiento cuentan con una altura de 4.5 m, una profundidad de 4m y un ancho de 8m.

Como se puede ver en la figura 24 (a), las principales características que diferencian al diseño propuesto del actualmente implementado son la implementación de estanterías, donde el primer nivel cuenta con una placa metálica completamente lisa que impide el traspaso de lixiviados al suelo dispuesto para el centro de disposición y permite el almacenamiento del sustrato residual sin que este entre en contacto directo con el suelo; sin embargo, se considera que la disposición de los residuos podría seguir generando apilamiento en cada uno de los estantes y por ende, contaminación cruzada. De igual manera, se considera que la estructura actualmente implementada no es lo suficientemente rígida para soportar el peso del sustrato en las estanterías propuestas, por lo que requeriría de la adecuación completa de la estructura lo que podría subir los costos de implementación y aún así, no garantizar una adecuada disposición del residuo en la zona.

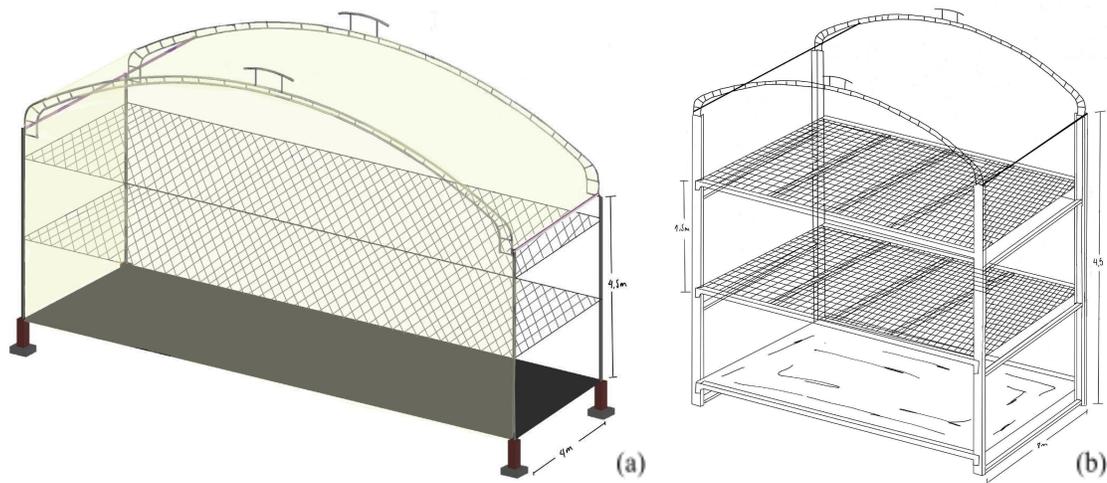


Figura 24. Bocetos para (a) la primera y (b) segunda alternativa de diseño para el centro de disposición (Elaboración propia).

Teniendo en cuenta el análisis anteriormente mencionado para el primer boceto del diseño del centro de disposición, se plantea una segunda alternativa la cual se puede visualizar en la figura 24 (b). En esta, se cambia las bases del centro de disposición por racks (estructura metálica destinada a guardar y almacenar de forma optimizada diferentes objetos), que nos permita adecuar de una forma más sencilla y eficaz las estanterías para el almacenamiento de residuos; en este diseño se siguen manteniendo los tres niveles de estantes, sin embargo, estos están reforzados por perfiles estructurales de alta resistencia que facilitan su montaje y flexibilidad de carga.

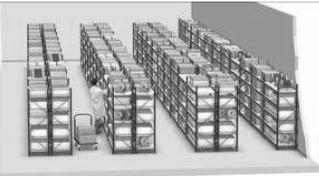
Al igual que en el diseño anterior, este cuenta con estantes enmallados los cuales, si bien pueden permitir el traspaso de lixiviados, debido a su fácil montaje, permite la implementación y adaptación de un sistema de almacenamiento y recolección de estos. Cabe resaltar que para este diseño, se concluyó que si bien era una buena alternativa de organización de los residuos debido a que disminuye el contacto de una gran cantidad de lonas, y permite la adaptación de sistemas de monitoreo y de recolección de lixiviados, consideramos que el manejo de residuos sigue siendo problemático para el personal de la empresa, pues los espacios de almacenamiento siguen siendo grandes y no garantizan que las lonas están en perfecto estado y no se genere caídas del sustrato al suelo; de igual manera, se consideró que el cambiar las bases de la estructura actualmente utilizada podría subir los costos de implementación debido a que se debe desmontar las bases actuales por lo que se consideró que el diseño final se basaría en el diseño del centro de disposición a nivel de sistema de organización, con el fin de que este sea complementario con lo ya implementado con la empresa y, en caso de que se requiera hacer modificaciones posteriores, ninguno de los residuos quede a la intemperie o sin un lugar de almacenamiento.

Para el diseño final del centro de disposición en el área de sustrato residual, se decidió realizar la implementación de racks, como se planteó en el segunda alternativa, esto debido a que este permite llevar un almacenamiento ordenado por medio de un sistema de administración y control de la materia prima, de igual manera, debido a su composición metálica permite hacer almacenamiento en altura y por ende, optimizar el espacio; de igual manera, debido a que su estructura es sólida y se encuentra anclada, permite el almacenaje seguro y la posibilidad de adecuar este al requerimiento del usuario.

Existen diferentes sistemas de almacenamiento basados en el tipo de rack a utilizar, que dependen de las características del espacio, algunos de los más comunes son: el convencional, donde se permite un acceso a los productos efectivo, en medio y sin necesidad de dispositivos mecánicos para alcanzar la materia prima; el sistema de gavetas modulares, donde el almacenaje se hace dentro de gavetas que permiten conservar los productos en perfecto estado dependiendo de la naturaleza de este; y por último, el sistema de paletizado, el cual puede tener diferentes dimensiones que determinan la estructura de la estantería a utilizar, la utilización de este permite el acceso a todas las paletas y está categorizado como las solución más simple a implementar (Murga, 2011).

De igual manera, existen los sistemas tipo contenedor, dinámico por gravedad, Push Back, Drive In y cantiléver los cuales son mostrados en la tabla 13 y se tomaron en cuenta para el rediseño del centro de disposición.

Tabla 13.
Ventajas y desventajas de los sistemas de almacenamiento.

Sistema	Ventajas	Desventajas	Representación Gráficas
Convencional	<p>Facilidad de acceso inmediato.</p> <hr/> <p>No necesita de dispositivos mecánicos.</p> <hr/> <p>Su construcción consiste en bandejas metálicas.</p> <hr/> <p>Permiten ajustar la altura de los niveles</p>	<p>Se utiliza para almacenar artículos pequeños.</p>	
	Figura 25. Sistema convencional de almacenamiento. ^a		
De gavetas modulares	<p>Permite conservar los productos en perfecto estado.</p> <hr/> <p>Permite la ubicación individual.</p> <hr/> <p>Permite poseer varias ubicaciones individuales en su interior.</p>	<p>Almacenaje dentro de gavetas.</p>	
	Figura 26. Sistema de gavetas modulares. ^a		
De paletizado	<p>Permite un acceso directo a cada unidad.</p> <hr/> <p>Cada materia prima tiene su lugar.</p> <hr/> <p>Se puede adaptar a todo tipo de carga.</p> <hr/> <p>La carga no tiene que ser apilable.</p> <hr/> <p>Permite alcanzar grandes alturas.</p>	<p>Es poco eficiente debido a su superficie.</p> <hr/> <p>Se recomienda para cargas unitarias.</p> <hr/> <p>La distribución se realiza por estanterías laterales de un acceso.</p> <hr/> <p>Puede dificultar el almacenaje y movimiento.</p> <hr/> <p>Posee poca accesibilidad.</p>	
	Figura 27. Sistema de paletizados. ^a		
Tipo contenedor	<p>Permite la movilización de la materia prima.</p>	<p>Ocupa demasiado espacio.</p> <hr/> <p>Necesita de un dispositivo de manipulación.</p>	
	Figura 28. Sistema tipo contenedor. ^a		
Dinámico por gravedad	<p>Mayor aprovechamiento del espacio.</p>	<p>Posee una mayor densidad de material.</p>	

	Reduce el espacio que se debe recorrer.	Riesgo de aplastamiento de cargas.	
	Reduce los tiempos de descarga y reposición.	Se deben distribuir adecuadamente los rodillos.	
	Separa pasillos de almacenaje,	Tiene un volumen disponible elevado.	
	Considera productos diferentes de almacenaje.	Posee una altura máxima de acceso de 1,60m.	
Push Back	Buen aprovechamiento del espacio de la bodega	Alto costo.	
	Alto aprovechamiento de los espacios disponibles de las estanterías	Acceso limitado a posiciones almacenadas	
	Uso de montacargas convencionales	No permite el manejo del inventario tipo PEPS.	
Drive In	Mayor aprovechamiento de la superficie en suelo	No permite el flujo PEPS.	
	Mayor aprovechamiento del volumen	Requiere equipo especial de manipulación	
		Limitación en la clasificación de los productos	
		Baja flexibilidad	
Cantiléver	Apta para el almacenamiento de cargas largas.	No es apta para almacenamiento convencional.	
	Permite cargas ligeras como pesadas.		
	Permite la manipulación de movimiento.		

Nota.ª (Murga, 2011)

Teniendo en cuenta la información anteriormente suministrada, se implementó una matriz Pugh con el fin de definir qué sistema de almacenaje es adecuado, con base en los requerimientos establecidos en la matriz QFD y que se relacionan directamente con la organización y almacenaje de los residuos problemáticos. Dependiendo del tipo de sistema que sea seleccionado de forma

cuantitativa se realizará el diseño del sistema de almacenamiento para cada uno de los residuos y el espacio en el que el centro de disposición debe ser implementado.

La primera matriz empleada se realizó con base en la organización de los residuos, pues durante el diagnóstico se encontró que si bien la organización del sustrato y la madera residual en el centro de acopio parece ser la adecuada, está aún genera lixiviados y ruptura de las lonas en las que este se dispone(en el caso del sustrato residual), por lo que se busca determinar qué organización de los residuos es la más adecuada para implementar en el diseño del centro de disposición, teniendo en cuenta los requerimientos de este, como monitoreo de la cantidad de residuo, control del peso y estado en el que se debe encontrar el centro para garantizar un adecuado manejo de estos como se puede observar en la figura 33.

		Concepto						Grado de relevancia	
		Convencional	De gavetas modulares	De paletizado	Tipo contenedor	Dinámico por gravedad	Push Back		Drive In
Criterios	No contacto con ecosistemas naturales.	1	1	1	1	1	1	1	20
	Residuo cubierto y seco.	0	1	1	1	1	0	1	5
	Residuo en espacios definidos.	1	1	1	1		1	1	5
	Residuo en espacios cercados.	1	1	1	1	1	1	1	5
	Residuo sometido a ventilación.	0	-1	1	0	0	0	0	5
	Permite almacenaje de artículos pesados.	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	10
	Adecuación de sistema de lixiviados.	1	-1	1	-1	1	1	-1	20
	Permite la organización categorizada.	0	0	0	0	0	0	0	10
	Total	3	1	7	2	3	3	4	
Ponderado	60	5	35	10	15	30	80		

Figura 33. Matriz de Pugh para los sistemas de almacenamiento. (Elaboración propia).

Gracias a la implementación de esta matriz se determinó que el sistema de almacenaje más adecuado para el cumplimiento de requerimientos tanto técnicos como del cliente, es el sistema de paletizado, el cual es el sistema de almacenaje más común y utiliza un sistema de soporte de tarima, como se mencionó anteriormente, puede tener diferentes dimensiones y estas determinarán la estructura de la estantería a utilizar (Murga, 2011); cabe resalta que sus dimensiones no se ven limitadas más que por el espacio en el que se adecue, lo cual garantiza una implementación sencilla de los residuos en el centro de disposición.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se diseñó una estantería de dos secciones de 4 metros de ancho cada una, como se puede ver en la figura 34, con el fin de garantizar el soporte de la estructura con respecto al peso del sustrato residual allí dispuesto, y tres secciones de 1.5 metros de largo que permite seccionar el sustrato en tres diferentes grupos para que no se genere aplastamiento de los bultos por el apilamiento excesivo de este; de igual manera, este cuenta con una profundidad de 3 m en secciones de 1.5 m cada una, con el fin de admitir una cantidad

limitad de bultos y que no se genere apilamiento en la profundidad de la estructura. El rack cuenta con una medida de 4.5 metros de altura, la cual corresponde a la misma medida de la estructura entechada actualmente construida y que hace parte del rediseño del centro de acopio actual.

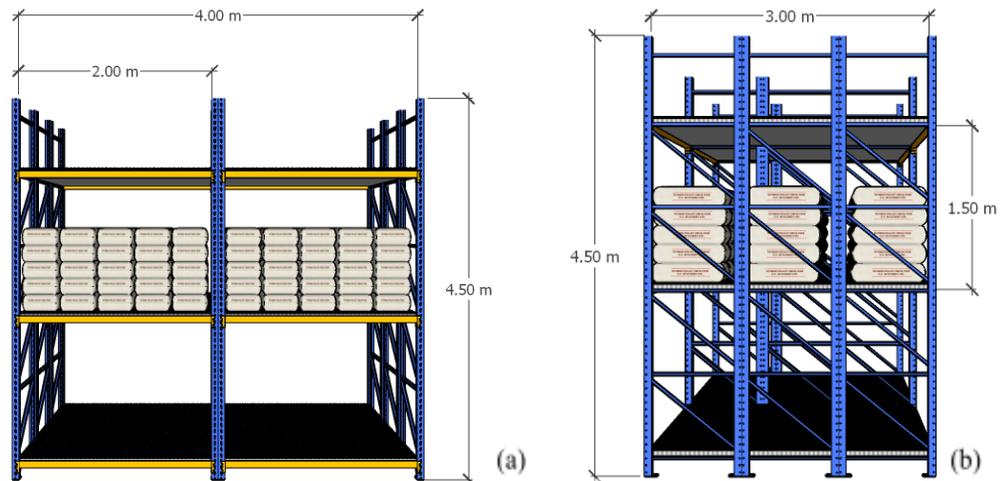


Figura 34. Diseño final para la disposición de sustrato residual (a) vista frontal y (b) vista lateral (Elaboración propia)

En lo que respecta a la estructura de los racks para la disposición del sustrato, estos se realizaron teniendo en cuenta las escalas B 6615 que corresponden a las utilizadas industrialmente para alturas entre 2.5 a 5.5 metros; de igual manera, se utilizaron dos puntales perforados unidos entre sí por una estructura de horizontales y diagonales atornilladas, estas se pueden observar en la figura 35 y debido a que este tipo de sistemas son implementados para grandes cargas, este tipo de puntales son utilizados para dar estabilidad lateral y evitar colapso de la estructura debido al peso. Esta estructura se ve conformada por puntales de referencia 5019, placas de base MZ 66 usualmente utilizadas en este tipo de racks debido a que facilita la nivelación de las escalas, y por diagonales horizontales M 6618 que le dan soporte a cada uno de los puntales (Esnova, s.f.).

Para el soporte de las estanterías se implementaron largueros horizontales formados por dos conectores soldados a ambos lados de un perfil con uniones de encaste que permiten una inserción puntual, en nuestro caso decidimos utilizar largueros Z65E debido a que este permite situar, con mayor facilidad, las mallas para la disposición del sustrato (Esnova, s.f.).

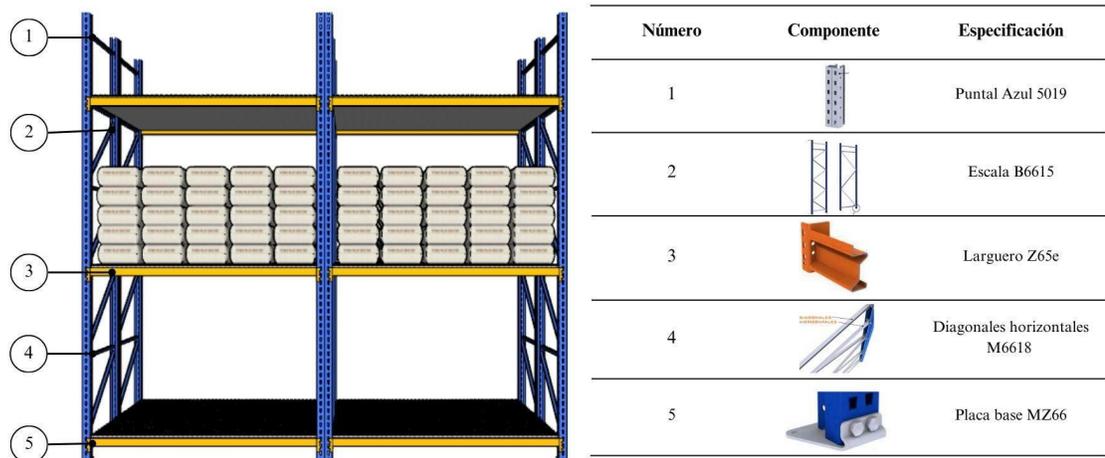


Figura 35. Lista de materiales para la construcción del sistema de almacenamiento del sustrato residual.(Elaboración propia).

Frente al dimensionamiento del sistema de almacenamiento con respecto a su capacidad, como se puede ver en las ecuaciones 14 y 15, este cuenta con un área de almacenamiento de $18m^2$, de los cuales $6m^2$ corresponden a cada uno de los espacios, o cada una de las estanterías dispuestas para la organización del sustrato residual en apilamiento. En este sentido, se pudo determinar que cada uno de los espacios diseñados permite situar, aproximadamente, un total de 9 columnas de bultos por espacio, con altura de 6 bultos, lo que corresponde a 54 bultos por estantería. Es importante destacar que esta capacidad se tuvo en cuenta para que no se presente acumulación del sustrato, sin embargo, y dependiendo del tamaño de los bultos que se utilicen, la cantidad de bultos de sustrato puede variar.

$$A_{c/u} = 4m \times 1.5m = 6m^2 \quad (14)$$

$$A_{total} = 4m \times 4.5m = 18m^2 \quad (15)$$

Con respecto a la capacidad volumétrica, se determinó que cada uno de los racks cuentan con una capacidad de, aproximadamente, $54m^3$, de los cuales $18m^3$ pertenecen a cada uno de los espacios o niveles designados para la disposición del sustrato residual, como se puede ver en las ecuaciones 16 y 17. Teniendo en cuenta que la capacidad volumétrica de cada uno de los bultos es equivalente a $0.189m^3$, cada una de las estanterías podría albergar un aproximado de $18.9m^3$ de sustrato residual y $452,6m^3$ para todo el sistema de almacenamiento de este residuo.

$$V_{c/u} = 6m^2 \times 3m = 18m^3 \quad (16)$$

$$V_{total} = 18m^2 \times 3m = 54m^3 \text{ por rack} \quad (17)$$

Por otra parte, en lo que respecta al peso de sustrato residual que va a ser almacenado y tenido en cuenta para controlar su adecuada disposición, se puede apreciar en las ecuaciones 18 y 19, que por cada espacio dentro de la estantería se almacenarán, aproximadamente 756 kg concerniente a 54 bultos de 14 kg cada uno; lo que equivaldría a 2268 kg de sustrato residual dispuesto en cada uno de los racks a implementar.

$$Peso_{\text{espacio}} = 14\text{kg} \times 54 \text{ bultos} = 756 \text{ kg} \quad (18)$$

$$Peso_{\text{total}} = 756 \text{ kg} \times 3 = 2268 \text{ kg} \quad (19)$$

3.2.2. *Propuestas de solución para el almacenamiento de la madera residual*

En lo que respecta al sistema de almacenamiento para la madera, se determinó la utilización de sistemas de almacenamiento tipo paletizado puesto que, si bien el sistema cantiléver es ideal para el almacenamiento de cargas largas como tubos, barras, perfiles o maderas, este sistema no permite la adecuación de un sistema de lixiviados debido a que su estructura está compuesta por brazos, que se pueden observar en la figura 30, y si bien permiten que los empleados tengan un mejor acceso a la manipulación de los residuos, la probabilidad de vertimiento de lixiviados al suelo es muy alta y este se seguiría viendo afectado.

Teniendo en cuenta lo anteriormente explicado, se determinó un área de almacenaje de 4 metros de ancho por 4.5 metros de alto, con espacios de almacenamiento de 1.5 metros cada uno, y una profundidad total de 6 metros la cual se puede observar en la figura 36 (b); esto teniendo en cuenta que es necesario generar una adecuada organización del residuo en caso de que llegue a sobrepasar las medidas especificadas para su almacenamiento. Estas medidas que se encuentran determinadas en el plan de manejo de residuos, determinan que toda madera que tenga un largo superior a 6 metros debe ser cortada para su disposición y posterior desplazamiento a la empresa Agro-Reciclaje Lamprea; de igual manera, en caso de tener un largo inferior a 4 metros, esta debe ser dispuesta teniendo en cuenta los límites de inicio del sistema de paletizado con el fin, de no generar acumulación de este residuo en la parte más profunda del sistema de almacenaje.

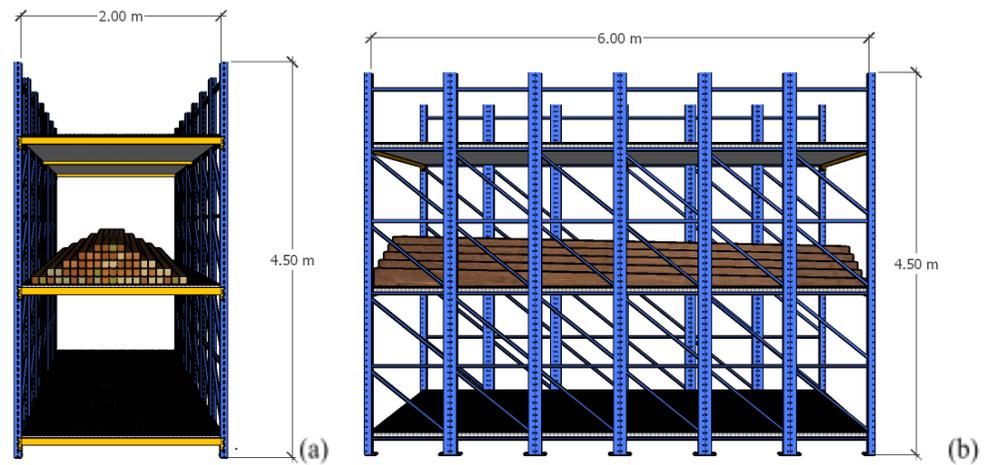


Figura 36. Diseño final para la disposición de madera residual (a) vista frontal y (b) vista lateral (Elaboración propia)

Frente al dimensionamiento del sistema de almacenamiento con respecto a su capacidad, este cuenta con un área de almacenamiento de $9m^2$, de los cuales $3m^2$ corresponden a cada uno de los espacios, o cada una de las estanterías dispuestas para la organización de la madera residual en apilamiento. Debido a la naturaleza de este tipo de residuo, y a diferencia del sustrato residual, en este caso no se determinó un tipo de pesaje total a almacenar, ni una capacidad determinada en “cantidad de piezas de madera”.

$$A_{C/U} = 2m \times 1.5m = 3m^2 \quad (20)$$

$$A_{total} = 2m \times 4.5m = 9m^2 \quad (21)$$

Con respecto a la capacidad volumétrica, se determinó que cada uno de los racks cuentan con una capacidad de, aproximadamente, $54m^3$, de los cuales $18m^3$ pertenecen a cada uno de los espacios o niveles designados para la disposición de la madera residual, como se puede ver en las ecuaciones 22 y 23.

$$V_{C/U} = 3m^2 \times 6m = 18m^3 \quad (22)$$

$$V_{total} = 9m^2 \times 6m = 54m^3 \text{ por rack} \quad (23)$$

3.2.5. Análisis de fuerzas de los sistemas diseñados

En cuanto al análisis realizado para generar la evaluación de la estabilidad estructural estática del diseño, se realizó el cálculo de la fuerza equivalente, la cual representa la sumatoria de fuerza que siente la pieza en un punto; suponiendo que se sigue el plan de manejo de los residuos y estos son dispuestos de forma organizada y distribuida en la plataforma, generando una fuerza uniformemente distribuida, primero se reconoció la magnitud equivalente para sumar las fuerzas y también se determinó la posición para sumar los momentos, normalmente esta actúa a través

del centroide del área bajo la curva de intensidad de carga, esto teniendo en cuenta la forma en la que se distribuyen las fuerzas sobre la superficie y que se puede observar en la figura 36 (a); Para una carga rectangular, el centroide se encuentra en el centro como se determinó y se demostró en la figura 36 (b).

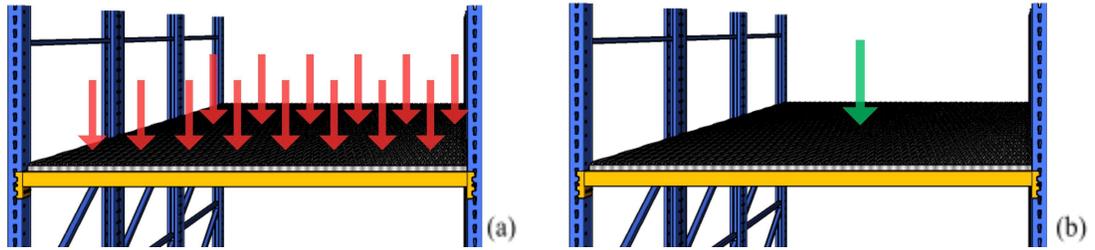


Figura 37. Análisis de fuerza (a) distribuida y (b) equivalente (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, se determinó que para cada una de las estanterías la posición de la fuerza equivalente sería determinada por la profundidad y el ancho de cada una de las mallas dispuestas para el almacenamiento del sustrato; esto entendiendo que cuando la carga distribuida es rectangular, la carga puntual se debe colocar en el centro de su distancia recorrida, es decir a una distancia de 1.802 m como se determinó a partir de la ecuación 24, la cual corresponde al teorema de pitágoras que permite evaluar esta distancia a partir de la formación de un triángulo rectángulo; esto se realizó entendiendo que se cuenta con 3 ejes principales los cuales determinan la estructura y que son x , para el ancho de la malla utilizada, y para la profundidad; y z para la altura de cada uno de los espacios como se puede ver en la figura 36 (a) y 36(b).

Posterior a esto, se evaluó la carga distribuida en toda la malla la cual equivaldría a la fuerza de la carga puntual (evaluada según el peso del sustrato el cual fue determinado en el apartado de diseño básico del sistema) sobre la distancia que recorre y que fue igual a $2054,57 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ como se puede ver en la ecuación 26.

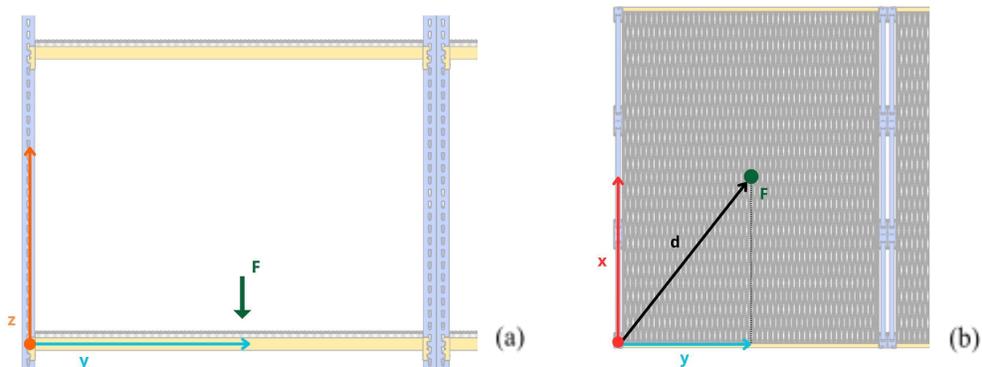


Figura 38. Coordenadas para el análisis de la fuerza distributiva (a) vista frontal y (b) superior (Elaboración propia)

$$c = \sqrt{(1m)^2 \times (1.5m)^2} = 1.802 m \quad (24)$$

$$w = \frac{F \times g}{d} \quad (25)$$

$$w = \frac{756 \text{ kg} \times 9,8 \frac{m}{s^2}}{3.606 m} = 2054,57 \frac{N}{m} \quad (26)$$

A partir de esto y como se presenta en la ecuación 28, se obtuvo que la pieza puede soportar una fuerza máxima de 7404,67 N. Ahora bien, teniendo en cuenta que el peso máximo que se puede almacenar por espacio, equivalente a 756 kg, se puede observar en la ecuación 29 que la fuerza resultante equivale a 7408 N, lo cual concuerda con los cálculos realizados para la fuerza equivalente. Conociendo la fuerza que es aplicada sobre el sistema diseñado, se puede evaluar con los valores brindados por los fabricantes de las referencias tomadas para el diseño, la fuerza máxima a la que estas pueden ser sometidas, como es el caso de la fuerza máxima que puede soportar el larguero en unión con los puntales, en donde se indica que para las medidas implementadas en el diseño, la fuerza máxima soportada sería de 34153 N, equivalente a un peso aproximado de 3485 kg, lo cual rectifica que se mantendrá el soporte y la estabilidad estructural a pesar de que se alcance el volumen máximo de almacenamiento, y por lo tanto el peso máximo de 756 kg.

$$F = w \times L \quad (27)$$

$$F = 2054,57 \frac{N}{m} \times (1.802m \times 2) = 7404,67 N \quad (28)$$

$$w_0 = 756 \text{ kg} \times 9,8 \frac{m}{s^2} = 7408,9 N \quad (29)$$

3.2.6. Diseño Sistema de recolección de lixiviados

Con el fin de garantizar un adecuado manejo de los residuos en el centro de disposición y siguiendo las directrices dadas por el estándar 8.6 de Flor Verde donde se establece que “El área de disposición debe contar con un sistema de recolección y almacenamiento de lixiviados”; se diseñó un sistema de recolección de lixiviados que se pueda adecuar a los sistemas de paletizado por medio de la implementación de mallas industriales y bandejas de materiales inoxidables.

Para la implementación de mallas industriales, se decidió realizar la implementación de mallas de seguridad, puesto que estas se caracterizan por su composición electro-soldada con refuerzos

metálicos que le permiten adaptarse a cualquier estantería tipo rack y soportar cargas pesadas de hasta 2000 kg, De igual manera, la implementación de estas evita el uso masivo de madera y evita la calidad accidental de cargas, pues permite distribuir mejor los esfuerzos aplicados sobre la estantería (SIMMA, s.f.). Existen tres tipos de mallas, la universal, estándar y la interna las cuales se pueden visualizar en la figura 39.



Figura 39. Mallas Industriales de tipo (a) universal, (b) estándar e (c) interna. (SIMMA, s.f.)

Teniendo en cuenta que el sistema que se busca implementar se basa en la implementación de bandejas que son adecuadas a los racks por medio del uso de largueros, se decidió implementar la malla de tipo universal puesto que, si bien esta debe permanecer estable para soportar el peso de lo allí dispuesto, se debe tener en cuenta que esta debe encajar principalmente con la bandeja, mas no con el larguero, pues esto le permitirá al operario del centro de disposición retirar con mayor facilidad la malla, una vez los residuos hayan sido trasladados, con el fin de tener acceso a la bandeja y poder realizar la disposición final de los lixiviados que sean allí recolectados, como se puede ver en la figura 40.

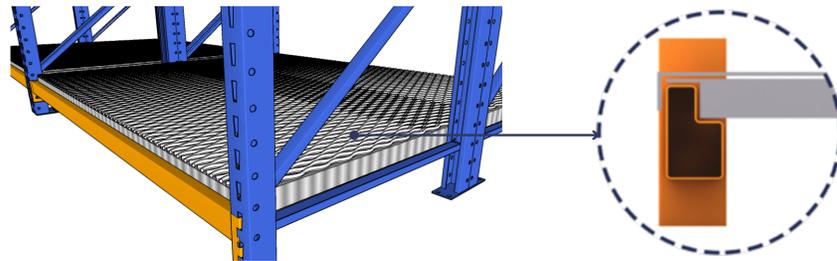


Figura 40. Implementación de malla tipo universal en los racks de almacenamiento. (Elaboración propia)

Los materiales en los que normalmente se suministran este tipo de mallas que se pueden adaptar a cualquier estantería tipo rack es el pre galvanizado, el cual protege el acero contra la corrosión por medio de una o varias capas de Zinc que si bien es un metal que se oxida, su oxidación es mucho más lenta y menos agresiva que la de otros metales, e incluso llega a crear una capa que protege las capas inferiores. Este tipo de aleaciones también se caracterizan por ser mucho más económica que el acero inoxidable, por ejemplo, y por esta razón se utiliza de forma amplia en el sector industrial; de igual manera, este endurece la superficie y le brinda mucha más durabilidad (Structuralia, 2021), lo cual resulta conveniente para su relación beneficio y coste para la empresa.

En el caso de las bandejas para la recolección de residuos, se plantea el uso de materiales reciclados como el polietileno de alta densidad y el policloruro de vinilo, esto debido a que se necesita de bandejas de grandes dimensiones que no aumenten de forma significativa el precio de implementación de los sistemas de almacenamiento y que no tienden a oxidarse con el tiempo, pues estará en constante contacto con los lixiviados producto del sustrato y la madera residual.

3.2.4. Diseño del espacio

Teniendo en cuenta los sistemas de almacenamiento diseñados anteriormente para el sustrato y la madera residual. Se realizó el diseño del espacio con base en la cantidad aproximada de residuos que se disponen, las medidas del centro actualmente implementado y la organización que los sistemas de almacenamiento requieren para tener un fácil acceso que permita el manejo de los residuos, y la maquinaria necesaria para su posterior traslado a empresas secundarias. De igual manera, para el diseño de este espacio se tuvo en cuenta el área mínima con la que debe cumplir el centro de disposición (mencionada en la matriz QFD) y los volúmenes necesarios para almacenar tanto el sustrato como la madera residual.

En primera instancia y teniendo en cuenta que, como se menciona en los requerimientos, el nuevo centro de disposición no debe destinar más espacio del actualmente utilizado (502m^2) para la disposición de residuos; se diseñó un espacio de 480m^2 , de los cuales 192m^2 corresponden al espacio determinado para la organización del sustrato residual y 60m^2 para la disposición de la madera residual, los cuales se puede ver en la figura 41 y corresponden a espacios creados estratégicamente para permitir el fácil acceso del personal a los residuos y la disminución de acumulación por apilamiento del sustrato y la madera almacenados.

Teniendo en cuenta las áreas mencionadas anteriormente, se determinaron dos entradas principales al centro de disposición, una de ellas que se encuentra en la parte izquierda y que permite el fácil acceso a la zona del sustrato residual, esta fue diseñada con el fin de que el personal pueda almacenar y retirar este residuo de forma directa, sin tener que movilizarse por largos tramos con maquinaria o bultos pesados de sustrato. De igual manera, cabe destacar que esta entrada se encuentra de frente con el rack de almacenamiento para madera residual, lo que permite la entrada y salida de este residuo de forma directa, permitiendo una mayor facilidad en su almacenaje debido a sus largas dimensiones, que pueden dificultar su organización en el centro de disposición.

La segunda entrada se encuentra en el lado derecho del centro, la cual permite acceso directo a los sistemas de almacenamiento de la madera, el plástico y los denominados “módulos”, esta entrada le permite a los operarios almacenar los residuos de los invernaderos y las maquinarias que utilizan de forma periódica sin necesidad de recorrer grandes distancias, teniendo en cuenta que de esta manera el acceso a la maquinaria que entra y sale de forma constante es más rápida y se evita el constante contacto del operario con el sustrato residual.

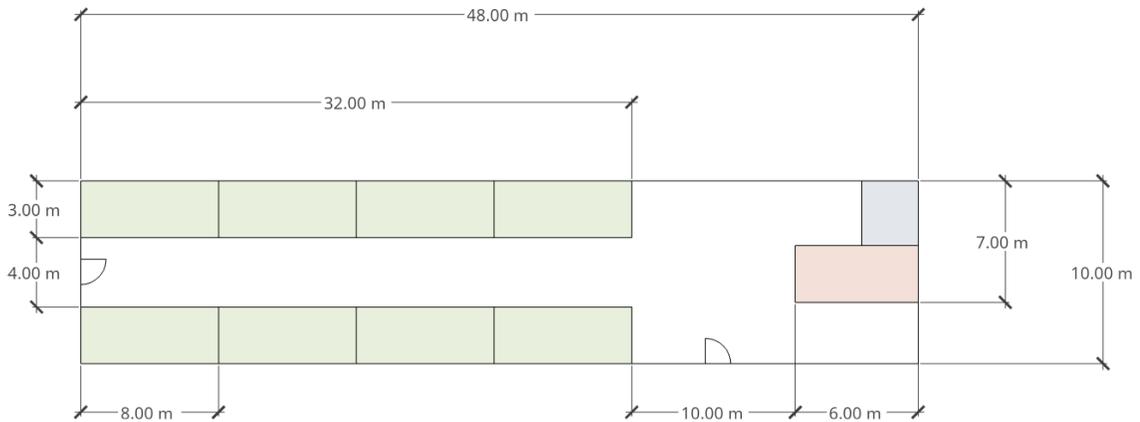


Figura 41. Plano general del diseño del centro de disposición y su organización (Elaboración propia)

En el caso del sustrato residual, se planteó la implementación de 8 racks de almacenamiento, uno al lado del otro, en cada uno de los laterales del espacio diseñado; con un espacio entre ellos de 4 metros para facilitar el acceso del personal que se encargará del proceso de recolección y disposición del residuo y, de maquinaria utilizada tanto para la organización como para la extracción de este a empresas terciarias. Esto teniendo en cuenta los parámetros mencionados en el apartado 3.2.1 donde se describe la propuesta de solución para el almacenamiento del sustrato residual, y se determina el uso de racks de 8 metros de ancho por 3 de profundidad, los cuales admitirán solo dos columnas de apilamiento de sustrato residual.

En lo que respecta a la madera residual, se planteó la implementación de 2 racks de almacenamiento, el cual se encuentra ubicado en la parte derecha del centro de disposición y justo frente al pasillo que separa los sistemas de almacenamiento del sustrato residual, como se puede observar en la figura 42 (a), esto con el fin de dar un acceso más rápido al personal para almacenar cada una de las piezas de madera que deben tener entre 4 y 6 metros de largo como se especifica en el plan de manejo. El acceso rápido y fácil de la madera residual en el centro de disposición es necesario no sólo para facilitar el trabajo del operario, si no para garantizar una correcta organización del residuo donde, si bien la madera se puede apilar, no quedará por fuera del rack, y los lixiviados que se puedan generar durante su acopio caerán en el sistema de recolección de lixiviados y no en el suelo que actualmente se ve afectado.

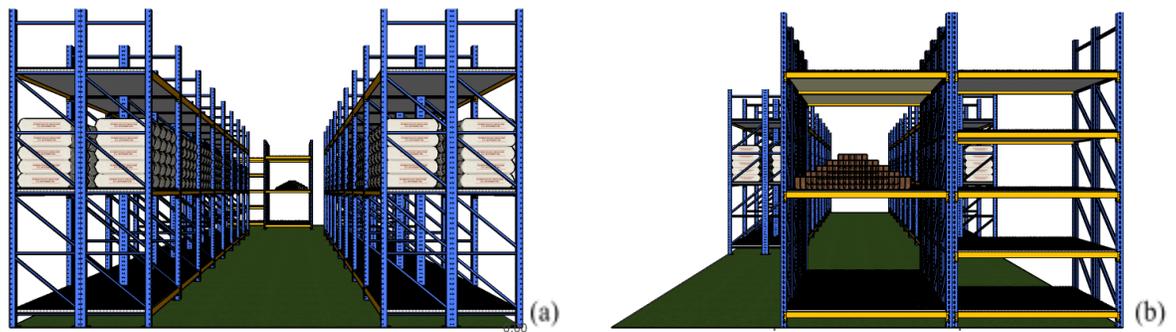


Figura 42. Ubicación del sistema de almacenamiento para la madera residual desde (a) vista lateral derecha y (b) vista lateral izquierda. (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta que en el centro de acopio actual no solo son dispuestos el sustrato y la madera residual, sino también los plásticos de invernadero y diferentes herramientas denominadas por la empresa como “Módulos”, se propuso el uso de una estantería, con el mismo sistema de almacenamiento de paletizado, para el almacenaje de los plásticos que los operarios quieran disponer allí por cierto tiempo. Esta se ubicó en el lado derecho del sistema de almacenaje de madera residual, como se puede ver en la figura 40 (b), y sus medidas se determinaron según la necesidad de espacio que se pudo observar durante el levantamiento de información y diagnóstico de los procesos implementados por la empresa, estas medidas se pueden observar en la figura 39 y se encuentra señalado por el color azul.

Al igual que se diseñó y se propuso el espacio para la ubicación de plásticos de invernadero, también se tuvo en cuenta la disposición de los módulos; durante el levantamiento de información elaborado en la primera fase de este proyecto, se pudo visualizar que bajo esta clasificación, se disponen herramientas que se pueden reutilizar o que se desechan directamente, herramientas de tipo manual (como carretillas, palas o azadones) y materia prima que se ubica allí sobre un tiempo indefinido; es por esto que se propone un espacio de 3 metros de ancho por 6 de largo para la disposición de herramientas a la necesidad del operario, como se puede ver en la figura 43.

Este espacio se ubicó al lado izquierdo del sistema de almacenamiento para la madera residual, teniendo en cuenta el fácil acceso a esta zona desde la entrada lateral que fue diseñada con el fin de que los operarios puedan ingresar al centro de disposición de forma directa, en caso de que solo quieran disponer herramientas manuales o plásticos. De igual manera, la ubicación de este espacio le permitirá al operario entrar y salir con las herramientas que necesita sin tener contacto con los otros residuos y disminuyendo la probabilidad de accidentes que podría tener, por la cantidad de obstáculos como los racks de madera residual, en el caso de que la entrada y salida con herramientas se diera desde la sección de almacenamiento de sustrato residual. Dicha entrada se puede visualizar en la figura 43 (a) y la comparación de las dos entradas se observa en la figura 43 (b), donde claramente, se ve la obstaculización por parte del sistema de almacenamiento de la madera.

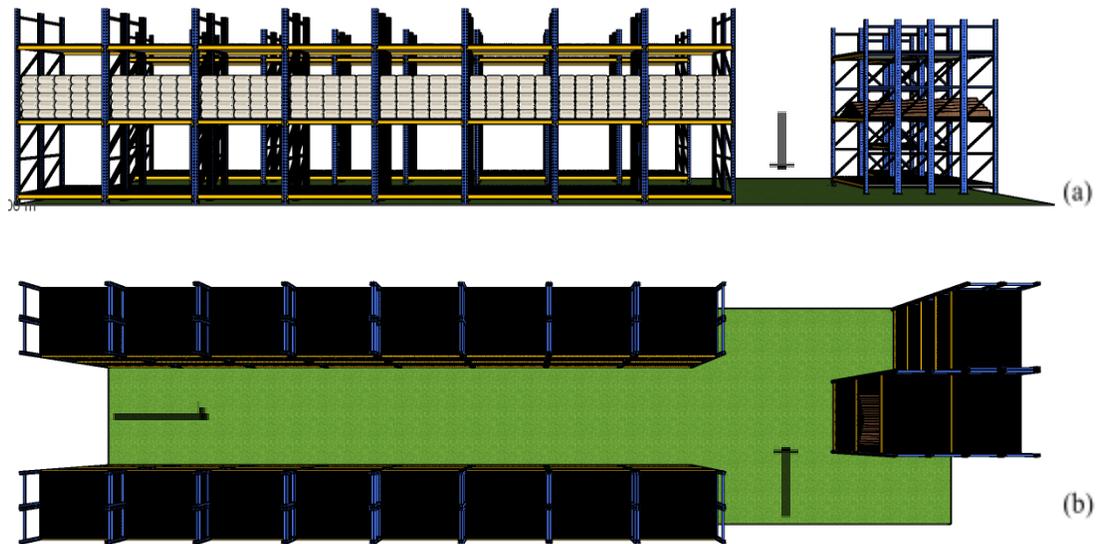


Figura 43. Visualización de las entradas al centro de disposición desde (a) vista frontal y (b) vista superior. (Elaboración propia)

En lo que respecta a la capacidad total volumétrica del centro de disposición, se determinó por medio de la ecuación 30, que este cuenta con una capacidad total de $2160m^3$, de los cuales $864m^3$ corresponden a la capacidad establecida para el sustrato residual y que se pueden ver en la ecuación 31; y $270m^3$ a la capacidad para la madera residual que se puede observar en la ecuación 32. Cabe resaltar que uno de los requerimientos determinados por la empresa para el rediseño del centro de disposición era que la capacidad volumétrica no debía superar los $2268 m^3$ debido a que esta era la capacidad del centro actualmente implementado y podría generar problemas en el entechado, que como se mencionó anteriormente, no será cambiado para el sistema de almacenaje diseñado.

$$V_{total} = 480m^2 \times 4.5m = 2160m^3 \quad (30)$$

$$V_{sr} = 192m^2 \times 4.5m = 864m^3 \quad (31)$$

$$V_{mr} = 60m^2 \times 4.5m = 270m^3 \quad (32)$$

Los planos referentes a las medidas y a los materiales a utilizar para la construcción e implementación de los sistemas de almacenaje tanto del sustrato como de la madera residual se pueden observar en el **anexo 5**; en estos también se incluyen la organización y distribución del espacio, que determina el diseño del centro de disposición en general.

4. Diseño del Plan de Manejo

Los cultivos de flores, al ser actividades intensivas que pueden causar un gran impacto ambiental, deben definir claramente en su política, el objeto de su actividad y establecer su compromiso con la prevención de la contaminación, el uso adecuado de los recursos naturales y cumplimiento de normas ambientales, con el fin de garantizar las medidas ambientales apropiadas y oportunas proyectadas hacia la protección, prevención y mitigación de daños ambientales dentro y fuera de la empresa. Es por esto que, la empresa, debe conocer muy bien los aspectos e impactos ambientales que generan, o pueden generar, cada uno de sus procesos de cosecha, poscosecha y producción; y sus dentro de sus políticas se debe incluir el compromiso con el mejoramiento continuo y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, que permita generar una mejora continua en los procesos determinados por la empresa, los cuales deben apuntar hacia la sostenibilidad

Con el propósito de garantizar las medidas ambientales apropiadas y oportunas en el manejo y disposición del sustrato y madera residual dentro del proceso de mantenimiento de la empresa, se desarrolla el plan de manejo en el cual se estipulan aquellas estrategias preventivas y correctivas que promueven un correcto funcionamiento del proceso de mantenimiento, así como previenen o mitigan los impactos ambientales que estos puedan llegar a generar por medio del diseño del proceso de recolección y disposición de sustrato y madera residual, la determinación del manejo y tratamiento que estos residuos deben tener, las medidas de corrección, mitigación y prevención sobre el ecosistema afectado que se deben tener en cuenta y la capacitación que se le debe dar a cada uno de los empleados encargados de este proceso.

4.1. Diseño del proceso:

El proceso evaluado y para el cual se desarrolla el presente plan de manejo es el proceso de recolección y disposición de sustrato residual y madera residual generados en el mantenimiento de camas de cultivo de clavel en la empresa MG Consultores, sede Scarlett. El proceso comienza en el mantenimiento de las camas de cultivo, el cual se da cuando culmina la cosecha de los claveles teniendo en cuenta que, el mantenimiento no se da en tiempos definidos, ya que este está directamente relacionado a cuando la finalización de la cosecha del clavel, y de la misma manera, la cosecha no posee un tiempo definido para su realización, sino que en, dependiendo de la demanda de clavel en el año que se vaya a dar el cultivo y las temporadas altas de necesidad de flores (como San Valentín o el día de las madres), se genera el plan de cosecha para estas temporadas. Continuando con el proceso, al culminar la cosecha del clavel se pasa a una siguiente fase de recolección de los residuos de las camas, donde principalmente se obtienen 3 residuos: Material vegetal residuo de los claveles, sustrato residual y madera residual.

El material vegetal es el primero en ser recolectado en este proceso y directamente trasladado a la máquina trituradora con la cual se procesa para su posterior compostaje. Seguido de esto hablamos del sustrato residual, el cual es recolectado manualmente y dispuesto en lonas, donde

se debe asegurar que estén bien selladas para evitar contaminación del suelo puesto que este sustrato viene directamente de las camas de cultivo posteriori a la cosecha de claveles y suele estar impregnado de fertilizantes y plaguicidas utilizados durante el proceso; estas lonas son cargadas en plataformas de transporte y posteriormente llevadas al centro de disposición por un tiempo indeterminado, pues usualmente es trasladado para su mantenimiento por empresas terciarias.

Una vez ya retirado el sustrato, se pasa al mantenimiento de las estructuras de las camas, donde se retiran aquellas estacas que ameriten un cambio, y se reemplazan por nuevas; esta madera al igual que el sustrato, es cargada y transportada al centro de disposición. donde deben organizarse de forma que se cumplan los siguientes requerimientos:

1. El residuo no debe tener contacto con el suelo.
2. El residuo debe encontrarse bajo un techo que evite en su mayoría el contacto del mismo con agua lluvia.
3. La organización del residuo debe evitar que este colapse generando contaminación con el suelo y su entorno.
4. El residuo debe disponerse debidamente en el área establecida para su disposición, cada área se encuentra clasificada y señalizada para la correcta organización del residuo.
5. Se deben cumplir los tratamientos al residuo previa su disposición (véase numeral 3. Tratamientos a los residuos).

Una vez los residuos son dispuestos en el centro de disposición se tienen 2 rutas para los mismos. En el primer caso, para el sustrato residual, una vez se identifica que el mismo está llegando a un 80% de ocupación en el centro de disposición, se debe contactar a la empresa Florval SAS para generar el traslado del residuo a un centro de descontaminación y tratamiento. Por otro lado, en el caso de la madera, de igual forma cuando se alcanza un 80% de ocupación en el espacio dispuesto, se debe contactar a la empresa Agro Reciclajes Lamprea, quienes se encargan de generar un post procesamiento a la madera contaminada. Entendiendo esto, a continuación, en la figura 44, se muestra gráficamente el proceso previamente explicado, sus entradas y salidas, así como los actores responsables de dichas actividades. En la leyenda se presenta la terminología implementada para los colores, con su respectiva indicación.

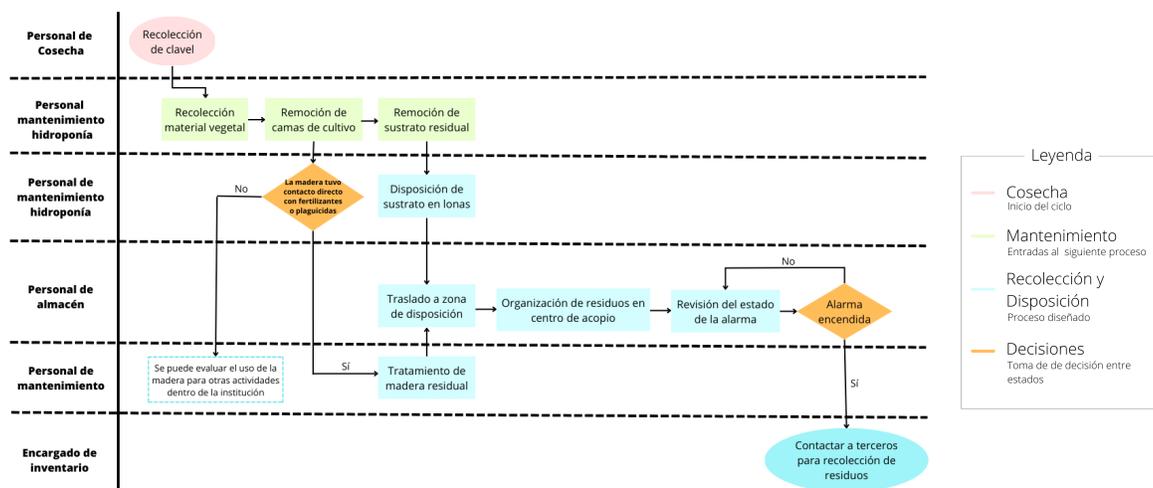


Figura 44. Diagrama de proceso de recolección y disposición de sustrato y madera residual, y relaciones con el mismo. (Elaboración propia).

4.2. Manejo y tratamiento de los residuos:

Según el decreto 4742 del 2005, en el artículo 3, se entiende como manejo a la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y disposición final para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales que pueden derivarse de tales residuos o desechos. En lo que respecta al tratamiento, este es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos teniendo en cuenta su riesgo y grado de peligrosidad.

La elección del método de tratamiento dentro de los planes de manejo depende del tipo de residuo, su composición y cantidad; algunas especificaciones y recomendaciones para el manejo y tratamiento del sustrato residual y la madera residual son:

Sustrato residual:

El ciclo de uso de este sustrato comienza cuando es entregado a la empresa, listo para generar un cultivo, este se dispone en camas de cultivo para que le sea añadido fertilizantes y generar la siembra. Posterior a esto, el sustrato entra en contacto con aquellos plaguicidas que son aplicados a los cultivos, los cuales principalmente, se enfocan en la prevención del hongo *fusarium oxysporum* así como insectos plaga como la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) o los trips (*Frankliniella occidentalis*). Finalmente, al realizarse la cosecha, se retira el sustrato que en este punto llamamos sustrato residual, el cual puede contener tantos plaguicidas, fertilizantes y diferentes enfermedades que pudo tener el cultivo.

Con el fin de disminuir los posibles impactos ambientales que genera el inadecuado manejo del sustrato residual durante el proceso de recolección y disposición, se determinaron las siguientes medidas ambientales proyectadas hacia la protección prevención y mitigación de daños dentro de la empresa:

1. Se debe evitar la contaminación cruzada con el suelo, esto por medio del almacenamiento en lonas debidamente selladas; la contaminación cruzada puede generar problemas de acumulación de materia orgánica y erosión a largo plazo en la zona dispuesta para su disposición o acopio.
2. En el transporte debe asegurarse que las lonas se encuentren debidamente posicionadas en el carro de transporte, donde se evite que puedan tener caídas o roturas al transportarse al centro de disposición puesto que esta puede entrar en contacto directo con el suelo y generar daños ambientales en este ecosistema.



Figura 45. Almacenamiento adecuado de sustrato residual en lonas. (Elaboración propia)

3. Debe evitarse el contacto del sustrato con agua o fuentes hídricas; el contacto del sustrato con el suelo puede generar procesos de eutrofización y contaminación hídrica tanto dentro como fuera de la empresa.
4. Debe evaluar la presencia de lixiviados, en caso de presentarse, se debe generar un triple lavado con agua ozonizada a los objetos que entraron en contacto con el lixiviado como se ve en la figura 46.
5. Los líquidos residuales del lavado deben almacenarse en un tanque específico, para generar la entrega a la autoridad ambiental.

Debes realizar los siguientes pasos:



Debe repetir el procedimiento tres veces y después perforo el envase, déjelo secar y llévelo a un centro de acopio.

Figura 46. Triple lavado de envases (Agro Krebs, 2021)

Teniendo en cuenta que dentro de las medidas y conjunto de operaciones tomadas para las actividades de prevención, acopio, almacenamiento, disposición final y modificación de las características de los residuos o desechos peligrosos, se busca proteger la salud humana y minimizar los riesgos que puedan presentar cada uno de los empleados y operarios que son parte de los procesos de la empresa, se menciona las advertencias que se consideran oportunas para el funcionamiento del proceso de disposición y recolección de sustrato residual:

1. Aquel personal que retire y transporte el sustrato residual debe contar con elementos de protección personal (EPP), como lo son guantes de tela, tapabocas con protección al polvo mayor al 80% como el KN95, y gafas de protección.
2. En caso de tener contacto entre el residuo y los ojos, se debe generar un lavado de 15 minutos, y se debe consultar con un oftalmólogo posibles daños a la retina.
3. En caso de inhalación se debe generar un lavado nasal, y beber abundante agua.
4. En caso de ingestión se debe buscar atención médica inmediata y no inducir al vómito.

Madera residual:

El ciclo de generación de madera residual comienza cuando se construyen las camas de cultivo, donde se dispone posteriormente el sustrato y se genera el cultivo de la flor; en estas etapas productivas existe adición de fertilizantes y plaguicidas para tener una mejor calidad de clavel, proceso que genera que la mayoría de la madera implementada en las camas de cultivo pueda entrar en contacto con los mismos, llegando a considerarse un residuo peligroso si no se da un tratamiento adecuado.

1. Debe evaluarse qué madera entró en contacto con el cultivo directamente, para realizar su cambio, puesto que es importante tener en cuenta que de no cambiar aquella madera que tuvo contacto con el cultivo, no solo se genera acumulación de contaminantes en la misma, sino que también incrementa la probabilidad de contaminación en nuevos cultivos por vectores o enfermedades presentes en la madera provenientes de cultivos pasados.

2. No se debe disponer la madera directamente en el suelo debido, por lo que se recomienda el uso de plásticos reciclados del mantenimiento de los invernaderos para generar el retiro y disposición temporal en el suelo, previo al transporte al centro de disposición.
3. Se debe separar la madera por tamaños, aquellas estacas que tengan una medida mayor a 4 m deben ser transportadas a la zona de corte de madera como se ve en la figura 47, para reducir el tamaño a una longitud máxima de 4 m .
4. Se debe recolectar el aserrín residual del proceso de corte, y disponer en lonas que igualmente se almacenarán en el centro de disposición. Tras generar el tratamiento a la madera, se genera el transporte al centro de disposición donde se debe almacenar teniendo en cuenta las recomendaciones para su organización.



Figura 47. Zona de corte de madera. (Elaboración propia)

Teniendo en cuenta que dentro de las medidas y conjunto de operaciones tomadas para las actividades de prevención, acopio, almacenamiento, disposición final y modificación de las características de los residuos o desechos peligrosos, se busca proteger la salud humana y minimizar los riesgos que puedan presentar cada uno de los empleados y operarios que son parte de los procesos de la empresa, se menciona las advertencias que se consideran oportunas para el funcionamiento del proceso de disposición y recolección de madera residual:

1. Aquel personal que retire, genere tratamiento y transporte la madera residual debe contar con elementos de protección personal (EPP), como lo son guantes de tela, tapabocas con protección al polvo mayor al 80% como el KN95, y gafas de protección.
2. En caso de tener contacto entre el residuo (por medio de aserrín) y los ojos, se debe generar un lavado de 15 minutos, y se debe consultar con un oftalmólogo posibles daños a la retina.
3. En caso de inhalación se debe generar un lavado nasal, y beber abundante agua.
4. En caso de ingestión se debe buscar atención médica inmediata y no inducir al vómito ya que se pueden generar cortes al tracto digestivo.

4.3. Medidas de Corrección:

Según el decreto 2820 del 20120, en el artículo 1, se conocen como medidas de corrección a aquellas acciones que están dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por una actividad; teniendo en cuenta que, si bien estas no eliminan el impacto, sí lo atenúan y por ende, permiten la disminución de su importancia. Debido a la afectación evaluada por medio de los métodos de Leopold y Conesa, donde el suelo es el mayor ente biológico impactado en el proceso de mantenimiento de la empresa, y por ende el principal a tener en cuenta en el proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual, se plantea la siguiente medida de corrección que puede ser implementada por la empresa:

Biorremediación anual del suelo:

Esta medida se basa en la realización anual de un proceso de biorremediación del suelo actualmente afectado en la zona de disposición, con el objetivo de reducir los niveles de contaminantes presentes encontrados en el diagnóstico, aportando así a su restauración. La biorremediación es el proceso donde se implementan microorganismos como bacterias, hongos y plantas, para degradar o eliminar contaminantes en un ecosistema, como pueden ser hidrocarburos, metales pesados, plaguicidas, entre otros (Das y Dash, 2019).

A partir de la identificación de los contaminantes se deben seleccionar microorganismos adecuados para su degradación. En este caso al existir presencia de metales pesados se deben seleccionar microorganismos con la capacidad de degradar dichos contaminantes. Teniendo esto en cuenta, se propone una biorremediación de tipo enzimática, proceso en el cual se implementan diferentes enzimas para degradar y eliminar contaminantes como los metales pesados.

La implementación de esta medida contribuye a mejorar la calidad del suelo y a reducir los impactos asociados a su contaminación. Adicionalmente, esta medida evita la generación de residuos tóxicos adicionales al implementar organismos los cuales, por medio de la bioinspiración, se ha replicado su función desde entornos naturales a entornos controlados. Así mismo, puede mejorar la imagen de la empresa frente a sus clientes, empleados y la comunidad al generar estrategias de corrección de impactos. Además, esta medida de responsabilidad ecológica y social puede ser valorada positivamente por las autoridades reguladoras, así como entidades de certificación.

4.4. Medidas de Mitigación:

Según el decreto 2820 del 200, en el artículo 1, se conocen como medidas de mitigación a aquellas acciones que están dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente con el fin de evitar la aparición de efectos ambientales. Teniendo en cuenta el análisis del proceso de mantenimiento donde se determinó el

incumplimiento de los estándares 6.7.1 de Rainforest Alliance, y 6.4 y 8.6 de FLORVERDE referentes al almacenamiento, recolección y almacenamiento de residuos, por parte del centro de disposición actualmente implementado, el cual no cuenta con las características y diseño adecuado para la recolección y disposición de la madera y el sustrato residual, se plantea las siguientes medidas de mitigación que puede ser implementadas por la empresa:

Rediseño del centro de disposición:

Esta medida implica el rediseño del centro de disposición actual, en donde se generan modificaciones y mejoras asociadas a la prevención del contacto de los residuos con el suelo de la zona, así como mitigar los impactos generados actualmente. Por medio del establecimiento de este nuevo diseño se dan las herramientas necesarias para el adecuado manejo de los residuos.

El rediseño del centro de disposición ayuda en la disminución de la contaminación por contacto directo así como mitigar la generación de lixiviados y ayuda en el control de los mismos. El rediseño propuesto ayuda en el funcionamiento del proceso indicando cuándo debe retirarse el residuo. Así mismo, dichas modificaciones ayudan al cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

Separación del residuo con el suelo:

Esta medida implica la separación del residuo del contacto directo con el suelo mediante el uso de recipientes, plataformas o plásticos reciclados. Los recipientes, plataformas o plásticos deben ser resistentes, duraderos y evitar la exposición del residuo al entorno. Además, se deben colocar en una superficie firme y nivelada para evitar que se vuelquen o se deslicen.

La separación del residuo del contacto con el suelo ayuda a prevenir la contaminación del suelo ya sea por contacto directo o por lixiviados, así como reduce la cantidad de residuos que se infiltran en el suelo. También facilita la recolección y el transporte de los residuos, lo que puede mejorar la eficiencia del manejo de los residuos.

Evitar contacto de los residuos con agua lluvia:

Esta medida implica la implementación de prácticas para evitar que los residuos entren en contacto directo con el agua lluvia. Los residuos deben ser almacenados en espacios cerrados y que impidan la entrada de agua. Además, se deben evitar prácticas como la acumulación de residuos al aire libre o su disposición en lugares no adecuados, que puedan generar lixiviados o infiltraciones de agua

La implementación de esta medida ayuda a prevenir la contaminación de fuentes hídricas cercanas por residuos, reduciendo la cantidad de contaminantes que ingresan a los cuerpos de agua, así como previene la degradación del suelo y su contaminación.

4.5. Medidas de Prevención:

Según el decreto 2820 del 20120, en el artículo 1, se conocen como medidas de prevención a aquellas acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que son generados en una actividad sobre el medio ambiente y que buscan evitar la aparición de efectos ambientales negativos anticipadamente. Teniendo en cuenta el proceso de evaluación de impactos ambientales realizado durante el diagnóstico, se determinaron diferentes actividades que si bien, no generan un impacto ambiental negativo actual, son potenciales a hacerlo; como por ejemplo, la construcción de camas de cultivo, la disposición del sustrato residual en lonas y el transporte de residuos al centro de disposición que pueden generar contaminación atmosférica, proliferación de contaminantes, etc.

Teniendo esto en cuenta se plantean las siguientes medidas de mitigación que puede ser implementadas por la empresa:

Protocolo de Manejo

Esta medida implica la implementación de diferentes estrategias para evitar y reducir la posibilidad del contacto de los residuos con el ecosistema. El objetivo de esta medida se centra en el manejo adecuado de los residuos, donde se implementen las medidas recomendadas en el manejo de los residuos, como lo son el sellado adecuado de las lonas, el transporte con plástico protector de la madera, entre otras.

La implementación de esta medida contribuye a reducir la probabilidad de contaminación cruzada con el entorno por contacto directo de los residuos. Así mismo se previene la proliferación de enfermedades o contaminantes presentes en los residuos los cuales podrían afectar tanto el cultivo como al personal que maneja dichos residuos.

Ocupación del 80% máximo

Esta medida se basa en establecer una ocupación máxima en el centro de disposición de los residuos, con el objetivo de prevenir la sobrecarga de las instalaciones y mejorar la eficiencia del proceso diseñado, evitando la acumulación de los residuos. Se debe establecer un límite de ocupación del 80% de la capacidad total del centro de disposición, lo que permitirá garantizar que se pueda manejar adecuadamente la cantidad de residuos que se reciben y procesan.

La implementación de esta medida contribuye a prevenir posibles accidentes laborales asociados a la sobrecarga del centro de disposición, así como a evitar la acumulación de residuos que pueden generar malos olores, atraer vectores y propagar enfermedades, así como afectar la salud de las personas que trabajan en el lugar y la comunidad circundante. Además, esto contribuye al adecuado funcionamiento del proceso y reduce los costos de mantenimiento del centro de disposición.

Capacitación de los empleados frente al manejo de los residuos

Esta medida implica la capacitación de los empleados en relación con el manejo adecuado de los residuos generados en la empresa. Se proporciona información sobre la clasificación de los residuos, los riesgos asociados a su manejo inadecuado, las prácticas adecuadas de manejo y disposición, así como la legislación aplicable. Es importante que la capacitación sea adecuada y se brinde de manera periódica para garantizar la correcta gestión de los residuos.

La implementación de esta medida contribuye a mejorar el correcto funcionamiento del proceso diseñado y a prevenir posibles accidentes y enfermedades laborales asociados al manejo inadecuado de los residuos. Además, puede mejorar la imagen de la empresa frente a sus clientes, empleados y la comunidad.

5. Capacitación a empleados

Finalmente, una de las partes más importantes de todo el proceso es la capacitación de los empleados y actores implicados en el proceso, ya que toda la información relevante para el correcto funcionamiento del proceso debe ser explicada a todos aquellos implicados, con el fin de dar la continuidad planteada en el plan de manejo. La capacitación consta de 3 pasos principales; la definición de objetivos, la elaboración del programa de capacitación y la ejecución.

5.1 Objetivos de capacitación

Los objetivos de la capacitación se establecieron con el fin de dictar metas a alcanzar con la capacitación, recopilando toda la información necesaria para el correcto desarrollo del proceso diseñado. A continuación, se presentan los objetivos planteados para la capacitación:

- Dar a conocer el proceso de recolección y disposición de madera y sustrato residual a los empleados que intervienen en el mismo (Mantenimiento, Almacenamiento y Cargos Administrativos).
- Explicar la ruta a seguir del proceso con el fin de evitar fallos en el mismo.
- Aprender a manejar correctamente los residuos (madera residual y sustrato residual).
- Entender como el inadecuado manejo de estos residuos genera un impacto negativo en el ambiente.
- Desarrollar una conciencia ambiental y promover prácticas sostenibles en el manejo de dichos residuos.
- Conocer las leyes y normativas que regulan este tipo de residuos.
- Desarrollar habilidades para comunicar y educar a otros sobre el proceso.

5.2 Programa de capacitación

El programa de capacitación incluye diferentes secciones, estrategias, actividades y materiales de apoyo los cuales nos permiten cumplir los objetivos y ayudar a los empleados a adquirir nuevas habilidades y conocimientos que mejoren su desempeño. Estos diferentes componentes son diseñados con el fin de proporcionar la información para cualquier tipo de aprendizaje, ya sea por lectura, escucha, escritura o métodos kinestésicos. En el programa de capacitación encontramos:

- **Glosario:** Se presentan diferentes palabras necesarias para la comprensión de la capacitación, así como para prevenir errores en la comunicación.
- **Objetivos de la Capacitación:** Propone metas a alcanzar con la capacitación, recopilando toda la información necesaria para el correcto desarrollo del proceso diseñado.
- **Introducción al Plan de Manejo:** Se explica cómo debe leerse el plan de manejo, cuales son sus componentes principales y consideraciones más relevantes a tener en cuenta al momento de implementarlo.
- **Técnicas de Capacitación por Implementar:** Se presentan las diferentes técnicas de capacitación que se implementan, teniendo en cuenta el aprendizaje por medios visuales (implementación de mapa de proceso y descripción del espacio), el aprendizaje por medios auditivos (implementando una clase con una presentación de apoyo), el aprendizaje por lectura (implementando folletos explicativos) y finalmente el aprendizaje kinestésico (implementando actividades prácticas).
- **Material de Apoyo:** Es aquel material diseñado para implementar en la capacitación, teniendo en cuenta los diferentes métodos de aprendizaje, donde se tiene:
 - Mapa de proceso
 - Mapa de descripción del espacio diseñado
 - Presentación de apoyo para clase
 - Folleto explicativo
 - Actividad 1: Juego ahorcados
 - Actividad 2: Práctica con sustrato y madera residual (evaluación de manejo)
 - Actividad 3: Crucigrama evaluativo
- **Cronograma de actividades:** Se establecen tiempos recomendados para llevar a cabo cada sección y actividad de la capacitación, con el fin de que esta no se extienda e intervenga en las labores de los empleados.

5.3 Ejecución

Finalmente se estableció que la ejecución de la capacitación se lleve a cabo por un empleado capacitado para generar el desarrollo de esta, el cual tiene como objetivo presentar dicha capacitación a aquellos empleados pertenecientes a los procesos de mantenimiento y almacén. Este empleado fue capacitado por las autoras con el fin de explicar y presentar toda la información necesaria para que el mismo pueda generar la capacitación en ocasiones futuras. Con el fin de evaluar la capacitación presentada, se solicitó al empleado realizar las actividades evaluativas propuestas en el **Anexo 7**, obteniendo un resultado de 5/5.

7. CONCLUSIONES

El diagnóstico de los procesos implementados por la empresa MG Consultores, en la sede Scarlett, permite dilucidar las actividades que son actualmente desarrolladas por la empresa en el marco de los procesos de mantenimiento donde se genera y almacena el sustrato y la madera residual. El reconocimiento de dichas actividades permite evidenciar el cumplimiento de la normatividad asociada al almacenamiento de residuos dentro de la organización y, por ende, localizar los medios afectados teniendo en cuenta las áreas de interés e influencia, y los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos que se ven afectados por la gestión de residuos.

La evaluación de impactos ambientales con base en el diagnóstico de procesos en la empresa permitió identificar, predecir, cuantificar y valorar las alteraciones sobre los ecosistemas que se ven implicados durante las actividades en el almacenamiento del sustrato y la madera residual, teniendo en cuenta las áreas de interés y los componentes evaluados durante el diagnóstico. La implementación de metodologías como Leopold y Conesa permitieron asociar de forma directa las actividades desarrolladas por la empresa MG Consultores, con las alteraciones del medio y los factores ambientales susceptibles a alterarse, teniendo en cuenta la importancia que puede tener cada impacto sobre el ambiente, lo que permitió concluir que el principal medio afectado durante el almacenamiento de la madera y el sustrato residual es el suelo dispuesto para el centro de disposición y que el uso de fertilizantes y plaguicidas son el principal factor de contaminación por metales pesados en los ecosistemas implicados directa e indirectamente en los procesos productivos del clavel.

La identificación de actividades asociadas a la evaluación de impactos ambientales y de los medios mayormente vulnerados, permite el diseño de estrategias y medios de mitigación, control y prevención de efectos adversos producto de las actividades realizadas por la empresa. Estas estrategias agrupan los requerimientos tanto funcionales, como de calidad y restricción necesarios para implementar dispositivos o medios que le permitan a la organización garantizar buenas prácticas ambientales durante sus actividades de producción y que permitan el cumplimiento de estándares ya determinados por organizaciones gubernamentales como FLORVERDE y RainForest Alliance. El rediseño del centro de disposición de sustrato y madera residual, permite minimizar los impactos ambientales asociados a la inadecuada disposición en la zona, como medio de mitigación, controlando y administrando de forma efectiva la disposición de los residuos dentro de la empresa, permitiendo así, que los residuos problema sean gestionados de manera responsable y adecuada según normatividad vigente.

La implementación de sistemas de almacenamiento tipo rack, permite adecuar de forma sencilla y eficaz estanterías para el almacenamiento de residuos, permitiendo a la empresa llevar un almacenamiento ordenado por medio de un sistema de administración y control de la materia prima, optimizando el espacio de almacenamiento y de adecuación según los requerimientos de la empresa. El sistema de paletizado por otro lado, permiten el almacenamiento de cargas pesadas

debido a su estructura, la cual permite la estabilidad y evita el colapso que puede sufrir debido a la disposición de grandes cantidades de peso; la implementación de mallas industriales y bandejas de recolección, dentro de este sistema de almacenamiento permite la recolección segura de lixiviados que se puedan generar durante la disposición de la madera y el sustrato residual, y teniendo en cuenta que el material utilizado es el pre galvanizado, se garantiza la durabilidad y estabilidad de la estructura en el centro de disposición actual.

El diseño del programa de manejo de sustrato y madera residual fundamentado en la evaluación de impactos ambientales busca mejorar el manejo y organización adecuado de los residuos, por medio del establecimiento de metodologías para el manejo de los residuos desde su recolección hasta su disposición final, que permiten reducir a su vez los impactos ambientales y asegurar el cumplimiento de las normativas nacionales. La implementación de un plan de manejo de sustrato y madera residual estableció una cultura de responsabilidad ambiental en la empresa, así como de mejora su propia imagen ante la comunidad y sus consumidores, generando así valor agregado que puede darle un posicionamiento en el mercado y la posibilidad de ser certificado por sus buenas prácticas ambientales donde se deslumbra una adecuada implementación del desarrollo ambiental dentro de los procesos de la empresa.

Como resultado de este proyecto, podemos concluir que la implementación de diagnósticos ambientales, que permiten el desarrollo sostenible dentro de las empresas con el fin de disminuir los impactos ambientales generados en los procesos de producción de diferentes bienes o servicios, es fundamental para el desarrollo de metodologías y proyectos en bioingeniería, que fomenten la calidad de vida de los individuos, los sistemas vivos y sus interacciones, aportando soluciones tecnológicas ajustadas a una particularidad local con el fin de procurar el ejercicio sostenible de la ingeniería por medio del diseño e implementación de artefactos.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOFLORES. (2002). Guía Ambiental para la Floricultura. GUÍA AMBIENTAL PARA EL SUBSECTOR. Recuperado de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/60/3362-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20la,actividad%20de%20control%20y%20seguimiento>.
- Aguilar González, M. (2019). Evaluación de impactos ambientales en el sector productivo para la empresa Coltejer SA (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Aguilar, L., Suarez, K., Niño, L. (2018). DISEÑO DE PROTOCOLO DE CAPACITACIÓN BÁSICO PARA PEQUEÑAS EMPRESAS
- Alcaldía de Chía. (2014). LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA MUNICIPAL COMO TEMA ESTRUCTURANTE DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL EN LA REVISIÓN DEL POT DE CHÍA. Recuperado 26 Septiembre 2022, de <https://www.chia-cundinamarca.gov.co/controlinterno/Anexo%20Formato%2013.%20Ambienta1%20y%20Gestion%20de%20Riesgo/D.T.S.%20ESTRUCTURA%20ECOLÓGICA%20MUNICIPAL%202014.pdf>.
- Alcaldía de Chía. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial. Recuperado 26 Septiembre 2022, de <https://www.chia-cundinamarca.gov.co/POT/Acuerdo100de2016/Cartografia/DR-06-comprimido.pdf>.
- Alcaldía Municipal de Chía. (2022). LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA MUNICIPAL COMO TEMA ESTRUCTURANTE DE LA ZONIFICACIÓN AMBIENTAL EN LA REVISIÓN DEL POT DE CHÍA. Alcaldía Municipal de Chía. Recuperado <https://www.chia-cundinamarca.gov.co/controlinterno/Anexo%20Formato%2013.%20Ambienta1%20y%20Gestion%20de%20Riesgo/D.T.S.%20ESTRUCTURA%20ECOLOGICA%20MUNICIPAL%202014.pdf>
- Álzate Restrepo, L. A., Giraldo González, L. (2016). Evaluación de la gestión de los residuos sólidos en pequeños floricultivos del Municipio de La Ceja Antioquia (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Aparicio, V., De Gerónimo, E., Guijarro, K. H., Pérez, D., Portocarrero, R., & Vidal, C. (2015). Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. INTA Ediciones, Argentina, 1-74.
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). Manual Fertilizantes y Enmiendas. fdocuments.co. Recuperado 16 Mayo 2022, de <https://fdocuments.co/document/manual-fertilizantes-y-enmiendas-secretaraa-de-educacion-a-unidad.html?page=2>.
- Baker, D. y Haynes, W. (2023). Engineering Statics: Open and Interactive. Mechanics Map - Open Textbook Project. <https://engineeringstatics.org/book-1.html>
- Camelo, V. (2020). Sabanas en Colombia. Recuperado 29 Abril 2022, de <https://encolombia.com/educacion-cultura/geografia-colombiana/sabanas-en-colombia/>
- CAR. (2018). CAR identifica cuerpo de agua natural en Chía. CAR. Recuperado 26 Septiembre 2022, <https://www.car.gov.co/saladeprensa/car-identifica-cuerpo-de-agua-natural-en-chia>.

- Castaño Martínez, C. (2013). Los pilares del desarrollo sostenible: sofisma o realidad. Universidad Santo Tomás.
- Cira, I. G., Susana, D. A., Rebeca, H. D., Francis, H. L., & Joel, G. B. (2010). Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación Superior (CES). Revista CENIC. Ciencias Químicas, 41, 1-12.
- Danies Lacouture, R. (2005). Sector floricultor en Colombia 1995 marzo de 2005. Grupo de Estadística, Superintendencia de Sociedades, Bogotá.
- Dellavedova, M. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. La Plata.
- Echavarría, O., Osorio, H., & Macias, K. (2017). Floricultura en la Sabana de Bogotá. Estudio de caso del proceso de la poscosecha de flor tipo exportación. Revista Clepsidra, 11(2), 33-42.
- Echechuri H., Ferraro R., Bengoa Guillermo: "Evaluación de Impacto Ambiental", Editorial Espacio, 2002.
- Esnova. (s.f). Catálogo Rack Manual. <https://esnova.com/wp-content/uploads/2018/06/Rack-Manual.pdf>
- Fao. (2002). Los Fertilizantes y Su USO una Guía de Bolsillo para los Oficiales de Extensión. Food & Agriculture Org..
- Flórez Buriticá, A. M., & Holguín, Y. Formulación del plan de manejo ambiental para el cultivo de flores y follajes la primavera ubicado en el municipio del Retiro–Antioquía.
- Fraguell, R. M., Martí, C., & Pintó, J. (2013). Las certificaciones ambientales como sistemas de gestión de los usos recreativos en las playas. Las certificaciones ambientales como sistemas de gestión de los usos recreativos en las playas, 15-29.
- Gaitan, M. (2004). Determinación de Metales Pesados totales con digestión ácida y solubles lectura directa por Espectrofotometría de Absorción Atómica. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. República de Colombia.
- García Romero, D. M. (2016). Responsabilidad social ambiental en el sector floricultor Colombiano.
- García-González, L., & González-Santos, A. I. (2020). Desarrollo de un modelo de caja gris para el caso base de la planta Tennessee Eastman. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, 41(1), 18-33.
- García, F., & Miranda, V. (2018). Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Impacto socio-ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional AC, Coeditores, México. ISBN UNAM, 978-607.
- Góngora, E., Huertas, J., & Orjuela, L. (2015). Propuesta Sobre Acopio de Residuos Sólidos dados En Depreciación en el Municipio de Melgar. Trabajo de grado requerido para lograr título en Especialización en Gerencia de Proyectos. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Girardot. Recuperado de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/4504/TEPRO_FloresGongoraEv-a-2015.pdf.
- Gonzálvez, V., & Pomares, F. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid.

- Hidroar, S. A. (2015). Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales. Recuperado de: <http://www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/ambiente/wpcontent/uploads/sites/8/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>.
- Junta de Andalucía. Plantilla Plan de Pruebas Funcionales | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía. [Juntadeandalucia.es](http://juntadeandalucia.es). Recuperado 22 Mayo 2022, de <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/462>.
- LOPEZ DOMINGUEZ, M. G., & PEREZ SALAZAR, A. (2018). Pruebas de lixiviación como evaluación ambiental de materiales. PUBLICACION TECNICA, (515).
- Mahecha-Pulido, J. D., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2015). Contenido de metales pesados en suelos agrícolas de la región del Ariari, Departamento del Meta. Orinoquia, 19 (1), 118-122.
- Mazo, G., Pulgarin, J., Ruiz, F., Duque, M., & Agudelo, C. (2019). Análisis de la Industria de las Flores en Colombia. [Repository.unad.edu.co](http://repository.unad.edu.co). Recuperado 14 Mayo 2022, de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27469>.
- Méndez, J. P., Ramírez, C. A. G., Gutiérrez, A. D. R., & García, F. P. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. Tropical and subtropical Agroecosystems, 10(1), 29-44.
- Merchan, L. (2011). Evaluación del residuo líquido lixiviado de un cultivo de *Chrysanthemum* sp. en sustrato de cascarilla de arroz quemada. [Repository.unimilitar.edu.co](http://repository.unimilitar.edu.co). Recuperado 15 Mayo 2022, de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/3640>.
- MG Consultores. (2021). Scarlett's Flowers - Contáctanos. Recuperado 11 Marzo 2022, de <https://scarlettsflowers.com/>
- Mijangos-Ricardez, O., & López Luna, J. (2013). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. Temas de Ciencia y Tecnología, 17(50), 37-42.
- Minagrocultura. (2020). Cadena de Flores, Follajes y Ornamentales. Recuperado 29 Abril 2022, de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Flores/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Montoya, L., & Tobón, A. G. (2016). LA ACTIVIDAD FLORICULTORA Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES: Una propuesta para enseñar Ciencias Naturales y Educación Ambiental desde problemas ambientales locales. Universidad de Antioquia. Trabajo de grado. pp, 11-139.
- Morales Álvarez, D (2018). Plan de manejo integral de residuos sólidos generados por una empresa floricultora ubicada en el distrito de Riego “La Ramada”-Cundinamarca.
- Moreno Valbuena, L. J., & Sánchez Guerrero, L. C. (2017). Formulación del plan de manejo ambiental para la empresa CI Matina flowers SAS Finca Macuira ubicada en el municipio de Cogua–Cundinamarca.
- Moreno Valbuena, L. J., & Sánchez Guerrero, L. C. (2017). Formulación del plan de manejo ambiental para la empresa CI Matina flowers SAS Finca Macuira ubicada en el municipio de Cogua–Cundinamarca.
- MURGA CASTILLO, R. S. (2011). Aspectos técnicos a considerar para el diseño, manufactura y montaje de racks para un almacén de depósito.

- Organización Internacional de Normalización.(2016). Gestión ambiental - Evaluación del desempeño ambiental - Directrices(14031). <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14031:ed-2:v1:es>
- "Ospina-Muñoz, W. A. (2014). Lección Estática# 37 Reducción carga simple distribuida.
"
- Ostos Ramos, C. A., & Vanegas Bernal, O. L. (2008). Diseño y construcción de un prototipo piloto para un sistema de supervisión y control semiautomático en la fertirrigación de claveles en cultivos hidropónicos.
- Pérez, D., Barbosa, J. C., & Cortés, S. P. (2016). Estructura de un bosque plantado con propósito de rehabilitación en Chía (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*,12(2), 142-161.
- Pineda Bonilla, O., & Olarte Peña, J. A. (2021). Análisis del impacto socio ambiental del cultivo de flores percibidos por los habitantes del Municipio de La Ceja, Antioquia.
- Pineda, J. (2021). Floricultura. Recuperado 28 Abril 2022, de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/floricultura/>
- Ponce, V. (2011). La Matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. Recuperado de http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html.
- Quality-One. (s.f.). Quality Function Deployment (QFD). <https://quality-one.com/qfd/>
- Ramírez, J. A., & Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2), 67-75.
- Salazar, B. (2019). Diagrama del proceso de la operación » Ingeniería Industrial Online. Ingeniería Industrial Online. Recuperado 22 Mayo 2022, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-del-proceso-de-la-operacion/#:~:text=El%20diagrama%20del%20proceso%20de,demoras%2C%20transportes%20y%20almacenamiento>).
- "Sejzer, R. (2016). La Matriz de Pugh para la toma de decisiones. *Calidad Total*, 2.
"
- Sepúlveda, S. (1998). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales (No. 4). *iica*.
- Sepúlveda, S. (2008). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios: Biograma 2008. *iica*.
- Sierra, G., Matiz, L., & Garzon, V. (2022). Fauna y Flora de Chia. *NaturaLista Mexico*. Recuperado 26 Septiembre 2022,de<https://www.naturalista.mx/projects/fauna-y-flora-de-chia?tab=stats>.
- SIMMA. (s.f.). Catálogo de Accesorios. <https://www.simma.co/wp-content/uploads/2019/06/Cat%C3%A1logo-Accesorios-1.pdf>
- Soler López, M. P. (2018). El Río Frío en el municipio de Chía. Un lugar de representaciones en tensión, de dominación y resistencia.
- Structuralia. (4 de octubre de 2021). ¿Qué es el acero galvanizado? ¿Se oxida?. *Structuralia*.<https://blog.structuralia.com/acero-galvanizado>
- Torres Osorio, K. (2013). Evaluación de impacto ambiental finca de flores Santa Cecilia. Funza, Cundinamarca.

- Umaña, J. C. (2001). Qué es ambientalismo? La visión ambiental compleja. *Gestión y Ambiente*, 4(1), 21-26.
- Uninorte. Centro de Acopio - Gestión Administrativa y Financiera - Uninorte. Universidad del Norte. Recuperado 14 Mayo 2022, de <https://www.uninorte.edu.co/web/gestion-administrativa-y-financiera/centro-de-acopio>.
- Uribe, J. (2020). Aspectos sociales de la floricultura en Colombia Boletín No. 19 noviembre 2020. CEDAIT, 19. Recuperado de <https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/f7bf8dd0-7161-4ca3-b2b6-70780776f2d2/Boleti%CC%81n+flores+aspectos+sociales+de+la+floricultura+en+colombia.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nmvYyyv>
- Utadeo. (2021). Laboratorio de Suelos y Aguas. Utadeo. Recuperado 22 Mayo 2022, de <https://www.utadeo.edu.co/es/link/centro-de-bio-sistemas/126741/laboratorio-de-suelos-y-aguas>.
- Vargas Herrera, A. M. (2017). Diseño del plan de manejo ambiental en la vereda mancilla Facatativá (Doctoral dissertation).
- Vasco, G. (2009). Identificación y evaluación de aspectos ambientales: mini guía de un taller. Documento de Eusko Jaurlaritz. Vitoria (España). Edición e impresión Ihobe.
- ISO 690
- Vázquez, F. M., & de Anta, R. M. C. (2008). Niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de Galicia. Niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de Galicia.
- Vega González, C. C. (2017). Gestión de la producción para los procesos de poscosecha de flor en la empresa Luisa Farms.
- Villalobos, D., & Villalobos, M. (2018). Análisis del impacto ambiental de los floricultivos en Cundinamarca: una perspectiva económica. Bogotá DC.
- World Health Organization. (2003). Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas: directrices para el control de calidad de plaguicidas (No. WHO/HTM/NTD/WHOPES/2011.4). Organización Mundial de la Salud.
- YACUZZI, E., & Fernando, M. (2004). Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos. Universidad de CEMA.
- Yanggen, D., Crissman, C., & Espinosa, P. (2003). Impactos en producción, salud y medio Ambienteen Carchi, Ecuador. Edición primera, 9.

ANEXOS

Anexo 1

PROVEEDORES	ENTRADAS	RECURSOS			SALIDAS	CLIENTE
		HUMANOS	FÍSICOS	TECNOLÓGICOS		
DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO	Misión, Visión, valores, Política, Objetivos, indicadores, metas y presupuesto	Directores, jefes, analistas y Mano de obra calificada	Herramientas, Maquinaria, Equipo EPPs dotación del personal Infraestructura: Infraestructura general de la finca	Computador, Plantas eléctricas	Resultado de auditorías, Indicadores y Estado de AC/AP	DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO
PRODUCCIÓN	Necesidades de mantenimiento Residuo Vegetal				Camas listas para siembra Estructura para el proceso Trabajos de mantenimiento	PRODUCCIÓN
MIPE	Necesidades de mantenimiento Informes manual de asepsia	ECONÓMICOS: Presupuesto	MP-Insumos: Cartón, Cauchos, Capuchones, Papel Periódico, Preservantes, Etiquetas	Otros: EPPs, Dotación, Estándares y formatos	Estructura para el proceso Trabajos de mantenimiento	MIPE MIRFE POSCOSECHA
MIRFE POSCOSECHA	Necesidades de mantenimiento				Necesidades de materiales e insumos Residuos aprovechables	ALMACÉN
ALMACÉN	Materiales e insumos				Necesidad de mano de obra Novedades de nómina Informes disciplinarios Ejecución del programa de formación y desarrollo Trabajos de mantenimiento	GESTIÓN HUMANA
GESTIÓN HUMANA	Selección y contratación de personal Manejo disciplinario Programa de Formación y Desarrollo Programa de Bienestar Acompañamiento al personal Necesidades de mantenimiento Informes de accidentalidad y enfermedad laboral				Trabajos de Mantenimiento	SST
SST	Necesidades de mantenimiento Evaluación de desempeño Bases de datos Buen funcionamiento de equipos				Documentos para digitar	SISTEMAS
SISTEMAS					Residuo Vegetal	COMPOST MG
GR CHÍA	Asesoría técnica Planos de la finca				Cumplimiento de las obligaciones legales y normativas Análisis de causa y planes de acción	ENTIDADES DE CONTROL
ENTIDADES DE CONTROL	Requisitos normativos, legales y auditorías				Capacitación de formación técnica	COLABORADORES

MANTENIMIENTO

Anexo 2

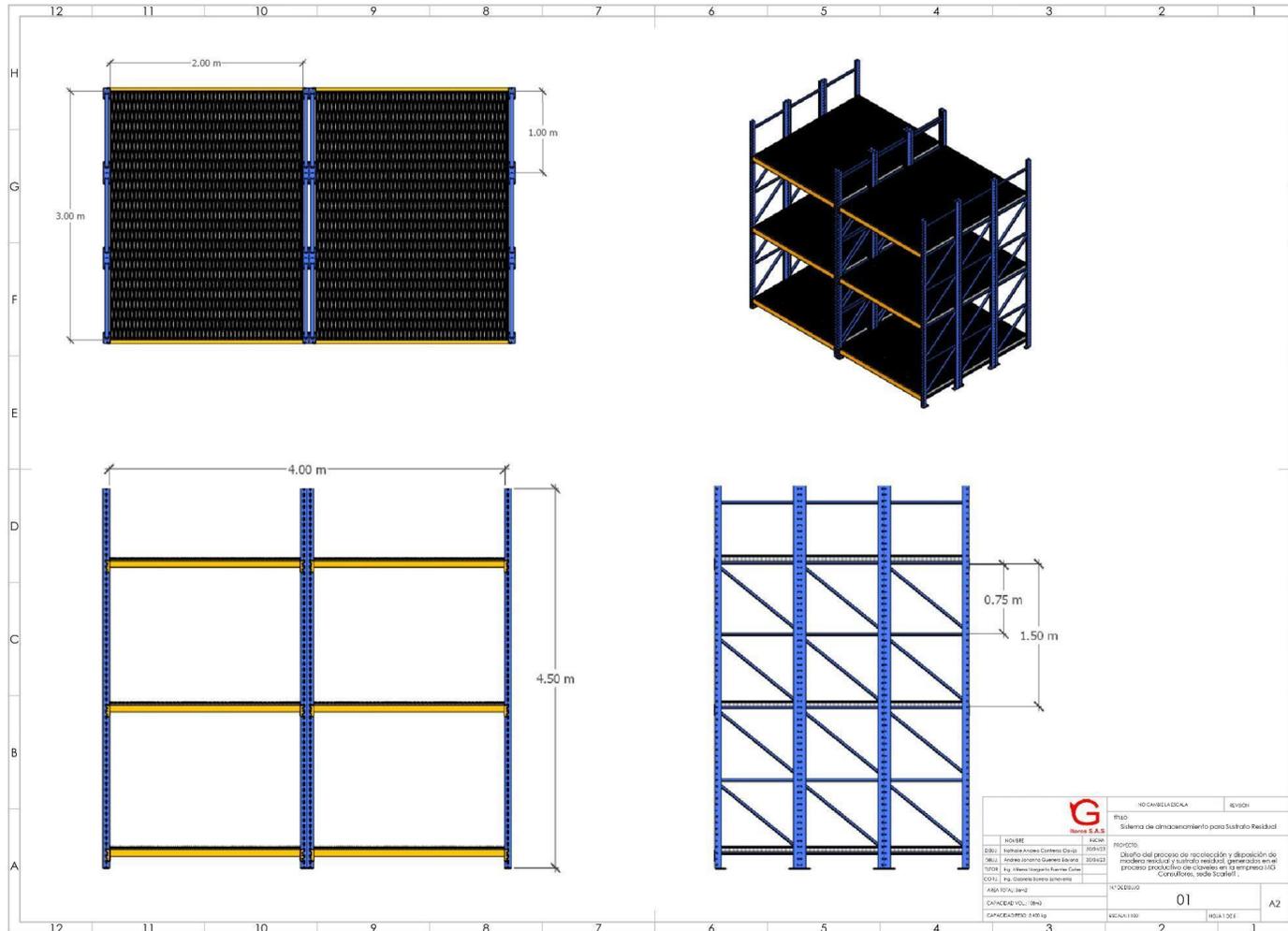
PROVEEDORES	ENTRADAS	RECURSOS			SALIDAS	CLIENTE
		HUMANOS	FÍSICOS	TECNOLÓGICOS		
DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO	Misión, Visión, valores, Política, Objetivos, indicadores, metas y presupuesto	Personal Capacitado, Gerencia, Directores Jefes.	Equipos de oficina, Papelería. Infraestructura: Almacenes	Correo electrónico, SAG, Mantis, Web central, SharePoint, workmanager, kissflow, Evalpro.	Resultado de auditorías, Indicadores y Estado de AC/AP	DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO
PRODUCCIÓN GESTIÓN HUMANA SST	Necesidades de materiales e insumos				Materiales e insumos	TODOS LOS PROCESOS
MIPE	Necesidades de materiales e insumos RESPEL	ECONÓMICOS: Presupuesto	Equipos: Computador, radio, CCTV	Otros: Estándares, listado de productos,	RESPEL Residuos aprovechables	GESTORES AMBIENTALES
MIRFE	Necesidades de materiales e insumos Envases de fertilizantes vacíos	MP-Insumos: Insumos			Envases de fertilizantes vacíos	PROVEEDORES
POSCOSECHA MANTENIMIENTO	Necesidades de materiales e insumos Residuos aprovechables					
SISTEMAS	Necesidades de materiales e insumos Buen funcionamiento de equipos					
GESTORES AMBIENTALES	Certificados de disposición final de RESPEL y Residuos aprovechables				Requisición de materiales e insumos	GR CHÍA
PROVEEDORES	Materiales e insumos					
GR CHÍA	Asesoría Informes de gestión de inventarios				Cumplimiento de las obligaciones legales y normativas Análisis de causa y planes de acción	ENTIDADES DE CONTROL
ENTIDADES DE CONTROL	Requisitos normativos, legales y auditorías					

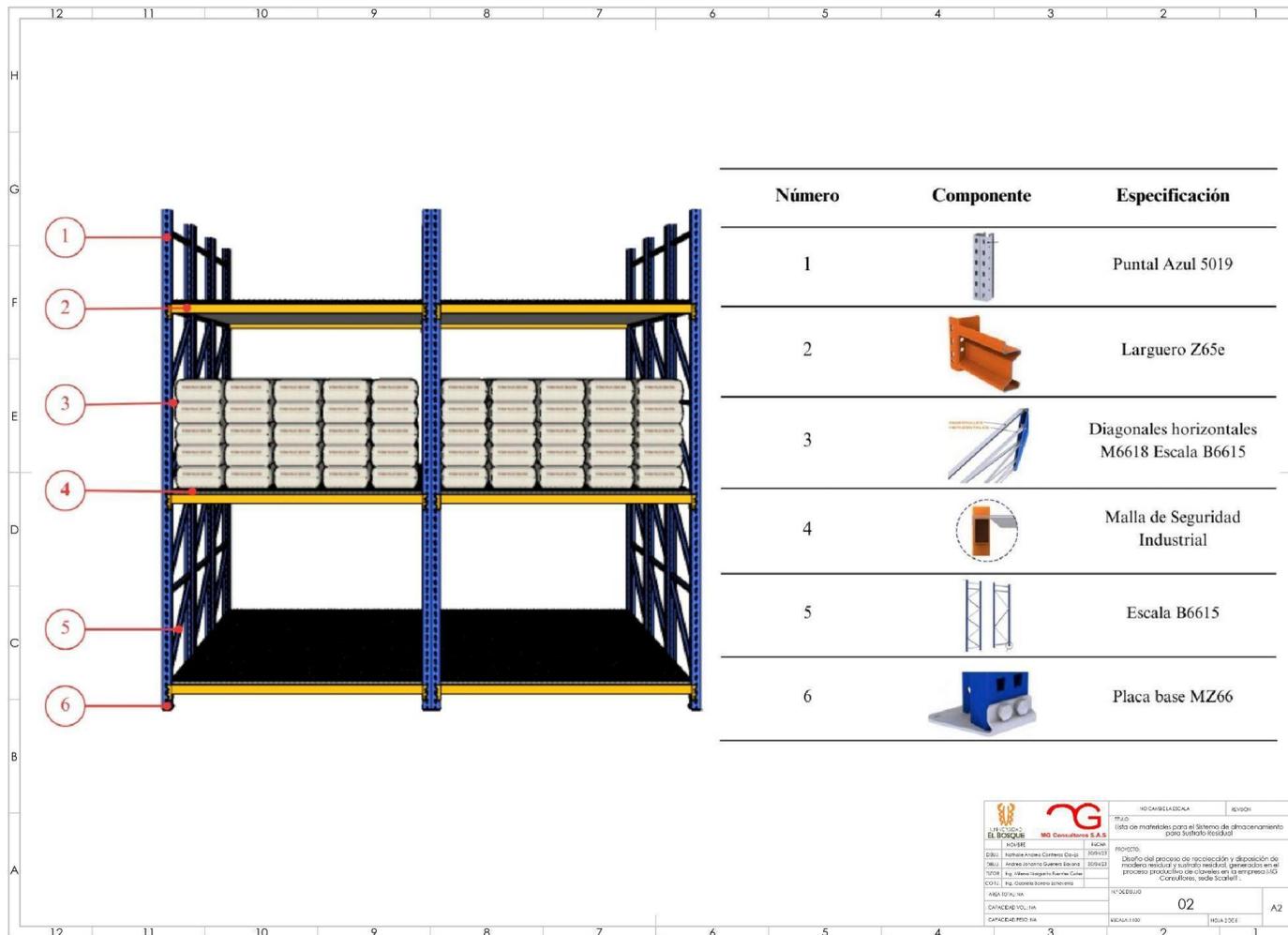
ALMACÉN

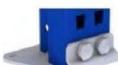
Anexo 3

Proceso:		Proceso de Mantenimiento en la sede Scarlett, MG Consultores, SAS												Fecha:			
Grupo / Dep		DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE MADERA Y SUSTRATO RESIDUAL, GENERADOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CLAVELES EN LA EMPRESA MG CONSULTORES SEDE SCARLETT												Responsable: Contreras Nathalie y Guerrero Andrea			
PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO	IMPACTO	Clasificación		CRITERIOS DE VALORACIÓN											¿Cuál es la relevancia del impacto ambiental?
				Positivo /Negativo	Potencial/Real	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (MC)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Resultados	
MANTENIMIENTO	Clasificación de las flores	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	-	R	2	2	4	2	2	4	3	4	2	1	26	32
	Boncheo	Uso del recurso hídrico	Agotamiento del recurso	-	P	1	1	1	4	4	8	1	4	4	1	29	32
	Empaquetado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	-	R	4	2	2	2	2	4	3	4	2	1	26	36
	Etiquetado	Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	R	3	2	2	2	2	4	3	4	2	1	25	33
	Eliminación de residuo vegetal	Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	R	3	2	2	2	2	4	2	4	2	1	24	32
	Eliminación de residuo vegetal	Generación de residuos sólidos	Prevención de enfermedades en organismos vegetales	+	P	1	2	4	1	1	1	2	1	4	1	18	22
	Disposición de sustrato residual en lonas	Proliferación de contaminantes	Prevención de contaminantes en el suelo	+	R	4	1	4	1	1	1	2	1	4	1	20	29
	Desmonte de las camas de cultivo	Generación de residuo sólido	Prevención de la proliferación de contaminantes	+	P	2	2	1	1	1	2	2	1	4	2	18	24
	Disposición de la madera residual	Generación de residuo sólido	Contaminación del suelo	-	R	7	3	2	2	3	2	3	1	1	2	26	43
	Construcción de camas de cultivo	Sustitución del suelo para cultivo	Mitigación de degradación del suelo	+	R	2	4	2	1	1	2	3	1	2	4	22	30
	Construcción de camas de cultivo	Generación de residuos sólidos	Contaminación de agua y suelos	-	P	8	4	2	2	2	4	2	4	2	4	34	54
	Instalación del sustrato en camas de cultivo	Crecimiento de la flor	Prevención de proliferación de enfermedades en plantas	+	P	1	3	2	1	1	3	2	2	1	2	18	23
	Adecuación de sistema de riego en camas	Consumo de agua	Agotamiento del recurso	-	P	4	2	1	4	4	8	1	3	2	3	32	42
	Transporte de residuos al centro de disposición	Uso de combustible	Contaminación atmosférica	-	P	3	2	1	4	4	4	1	4	2	4	29	37
	Transporte de residuos al centro de disposición	Generación de ruido	Contaminación auditiva	-	P	2	1	1	2	1	4	1	1	2	4	19	24
	Recolección de material vegetal	Proliferación de contaminantes	Prevención de contaminantes en el suelo	+	R	2	2	4	2	1	1	2	1	2	1	18	24
	Disposición del material vegetal	Proliferación de contaminantes y vectores	Contaminación al suelo y organismos vegetales	-	R	4	4	2	3	2	1	3	4	4	1	28	40
	Triturado de material vegetal	Generación de residuos sólidos	Contaminación al suelo	-	R	4	1	2	3	2	4	2	4	4	1	27	36
	Triturado de material vegetal	Generación de ruido	Contaminación auditiva	-	P	2	1	1	2	1	4	1	1	2	4	19	24
	Transporte de materia vegetal a sede vecina	Uso de combustible	Contaminación atmosférica	-	P	3	2	1	4	4	4	1	4	2	4	29	37

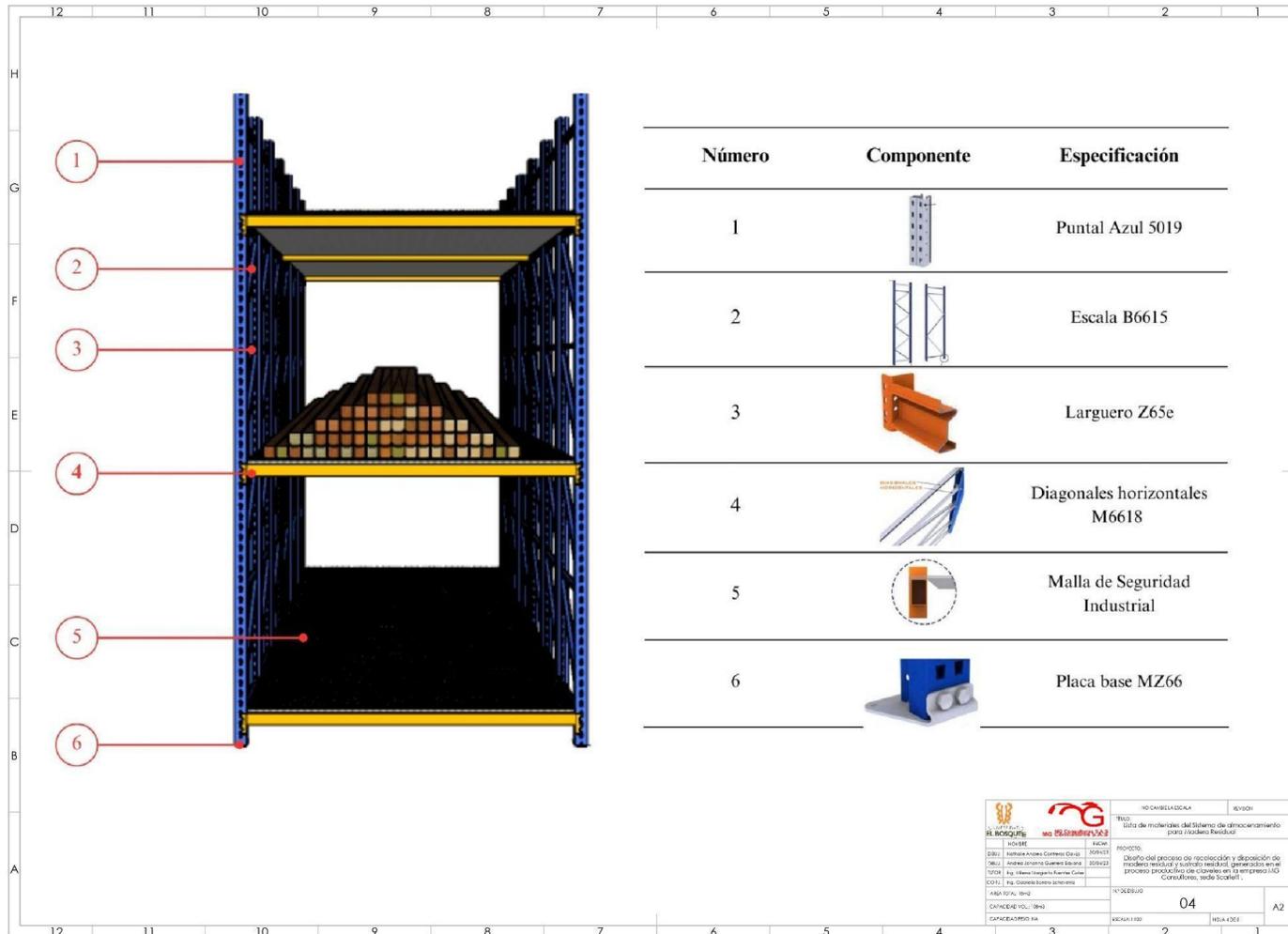
Anexo 5



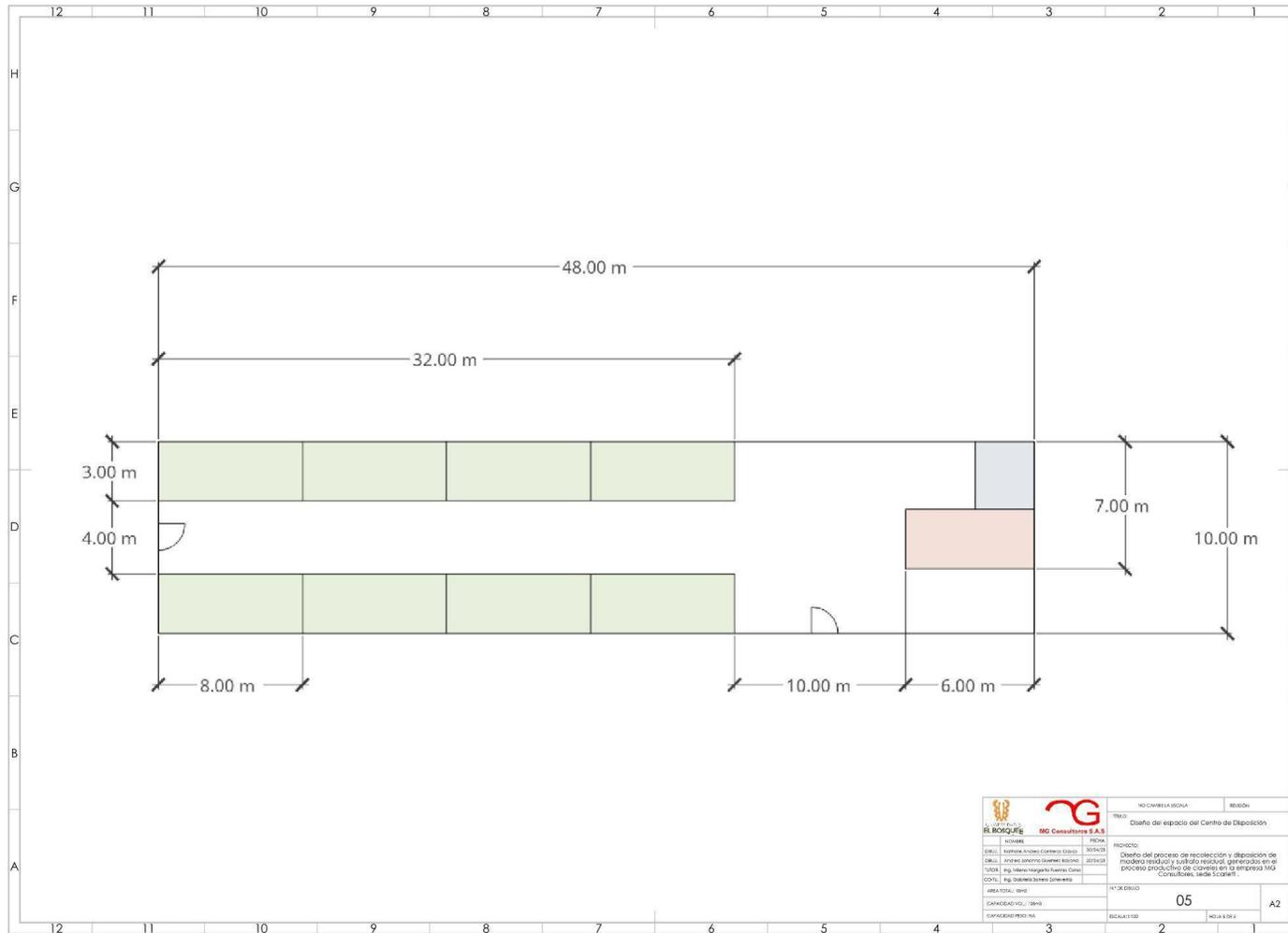


Número	Componente	Especificación
1		Puntal Azul 5019
2		Larguero Z65e
3		Diagonales horizontales M6618 Escala B6615
4		Malla de Seguridad Industrial
5		Escala B6615
6		Placa base MZ66

 EL BODEGÓN	 MZ	NO CAMBIE ESCALA	REVISIÓN
		TÍTULO: Esto es material para el Sistema de almacenamiento para Volvvo 900000	
		PROYECTO: Diseño del proceso de recepción y disposición de material recibido y control de calidad generado en el proceso productivo de clavijas en la empresa I/O Carvajal, sede Soatón.	
		N° SEGURO: 02	
CÁMERA DE VOLVVO: NA		HOJA 001	



	NO CAMBIAR ESCALA	REVISIÓN
	TÍTULO Lista de materiales del sistema de almacenamiento para residuos	
INSTITUCIÓN: EL BOSQUE UNIDAD: PROCESOS DEPARTAMENTO: Manejo de Residuos PROYECTO: Dispositivo de análisis de toxicidad y disposición de residuos sólidos y líquidos generados en el proceso productivo de Cerveza en la Empresa IND Cerveceros, sede Soledad	FECHA: 2024 ELABORADO: 2024 CORTE: Fig. Sistema de almacenamiento	N° DE DISEÑO: 04 HOJA DE: A2
AREA TOTAL: 0m² CAPACIDAD VOLUMEN: 0m³ CAPACIDAD PESO: 0kg	RESULTADO: 2	HOJA DE: 1



XOXO