



Caracterización del estado y medidas de mantenimiento de estructuras de empacadoras de las fincas de AGRICOLA SARA PALMA S.A.S

Jhon Alexander López Betancur

Informe de proyecto de práctica académica para optar al título de Ingeniería Civil

Asesora Interna

Yenni Mariana Ramírez Mazo, Ingeniera civil.

Asesor Externo

Milton Bernardo Velásquez, Ingeniero mecánico.

Universidad de Antioquia

Facultad Ingeniería, Escuela Ambiental

Ingeniería Civil

Antioquia

Apartadó

2023

Cita	(López Betancur, 2023)
Referencia	López Betancur, J. A. (2023). <i>Caracterización del estado y medidas de mantenimiento de estructuras de empacadoras de las fincas de AGRICOLA SARA PALMA S.A.S</i> [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Apartadó, Antioquia, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga.

Jefe departamento: Lina Berrouët Cadavid.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Le agradezco a mi madre por su inmenso apoyo en cada etapa de mi vida, por sus palabras de aliento en los momentos difíciles, y en especial, por enseñarme que todas las metas se pueden alcanzar con esfuerzo, dedicación y disciplina.

A mi abuela y familiares, por su amor y apoyo.

A la Universidad de Antioquia por brindarme la oportunidad de crecer como profesional en sus instalaciones, gracias a cada maestro y profesional que desde su experiencia aportó a mi formación para convertirme en una profesional íntegra.

Agradezco a AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S por darme la oportunidad de culminar mi formación universitaria junto a sus profesionales, agradezco principalmente al área de mantenimiento por siempre tener disposición para trasmitirme su conocimiento y experiencia, y por convertirse en un lugar al que puedo volver cuando necesite ayuda o consejo.

Finalmente, agradezco a mi amiga de carrera Luisa Hoyos, por haberme acompañado en todo este proceso, por su inmensa ayuda y por haber sido parte de una de las etapas más importantes de mi vida.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
2 Marco teórico	12
3 Metodología	20
ETAPA I: Revisión de bibliografía sobre la caracterización del estado de las estructuras y medidas de mantenimiento para los diferentes criterios de enfoque.....	20
ETAPA II: Definición de criterios adecuados para caracterizar el estado de los diferentes elementos de las empacadoras (Sistema de cerchas metálicas, elementos auxiliares de cubierta como riostras y correas, sistemas de columnas de apoyo y los elementos de cimentación).	21
ETAPA III: Crear una matriz que permita estandarizar y evaluar los datos y observaciones tomadas en las visitas de campo a las estructuras.	21
ETAPA IV: Crear un formato de chequeo para usar durante el recorrido que permita un correcto procedimiento durante la observación y toma de datos de las estructuras.....	22
ETAPA V: Recolectar información sobre los diferentes problemas y patologías que presentan las empacadoras a través de un recorrido de estas, y realización de ajustes pertinentes.....	22
ETAPA VI: Procesamiento de los datos obtenidos de los diferentes recorridos, recopilarlos y analizarlos.....	22
ETAPA VII: Proponer medidas de mantenimiento en función de los diferentes estados evaluados de las empacadoras.....	23
ETAPA VIII: Elaboración de una guía para evaluar el estado de las estructuras de las empacadoras y una guía de mantenimiento para cada uno de los casos.	23
4 Resultados y Análisis	24
5 Conclusiones	56

Referencias	58
-------------------	----

Listado de tablas

Tabla 1. Tipos de mantenimiento para estructuras tipo galpón.....	16
Tabla 2. Criterios para la evaluación de patologías.....	17
Tabla 3. Resumen de bases de datos consultadas.....	24
Tabla 4. Patologías para el sistema de cubierta.....	28
Tabla 5. Patologías para el sistema de cerchas.....	28
Tabla 6. Patologías para el sistema de columnas.....	29
Tabla 7. Patologías para el sistema de cimentación.....	29
Tabla 8. Rangos del estado de elementos empacadoras.....	30

Listado de ilustraciones

Ilustración 1. Vista en planta de empacadora.....	13
Ilustración 2. Componentes típicos de un galpón.....	14
Ilustración 3. Matriz de riesgos administrativos.....	26
Ilustración 4. Sistemas de elementos de la empacadora.....	27
Ilustración 5. Matriz de riesgo para la evaluación de datos.....	31
Ilustración 6. Detalle 1 de matriz de riesgo.....	32
Ilustración 7. Detalle 2 de matriz de riesgo.....	33
Ilustración 8. Detalle 3 de matriz de riesgo.....	34
Ilustración 9. Detalle 4 de matriz de riesgo.....	35
Ilustración 10. Sistema de calificación de los criterios de caracterización.....	36
Ilustración 11. Formato de chequeo.....	38

Ilustración 12. Acero expuesto de columna.....	39
Ilustración 13. Desgaste de columna.	40
Ilustración 14. Corrosión en cerchas de acero.	40
Ilustración 15. Formato de visita de campo diligenciado.	41
Ilustración 16. Estado de sistema de cubiertas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.....	43
Ilustración 17. Estado de sistema de cerchas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.	45
Ilustración 18. Estado de sistema de columnas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.....	47
Ilustración 19. Estado de sistema de columnas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.....	49
Ilustración 20. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.....	51
Ilustración 21. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.....	52
Ilustración 22. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.....	53
Ilustración 23. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.....	53
Ilustración 24. Guía para evaluar el estado de las empacadoras.....	55

Resumen

La región de Urabá es una de las economías más grandes del departamento de Antioquia, la cual, a su vez, gira en gran medida en la producción y comercialización de banano, es por ello, que las empresas que se dedican a esta labor deben contar con infraestructuras en óptimas condiciones para garantizar los altos estándares del producto.

El seguimiento constante y el cuidado adecuado de las estructuras resultan esenciales para garantizar el buen funcionamiento de las estructuras de empacadora y prevenir posibles daños, identificar problemas y patologías de una manera fácil y oportuna, así como planear medidas de mantenimiento adecuadas para las diferentes situaciones que se pueden presentar. En este trabajo se lleva a cabo el diseño y desarrollo de un procedimiento para la caracterización del estado de las estructuras de empacadoras (galpones) en la finca AGRÍCOLA SARA PALMA.

El propósito fundamental de este proyecto consistió en la elaboración de una guía de mantenimiento con insumos provenientes de la identificación de estado actual y las medidas necesarias para prolongar la vida útil de elementos estructurales fundamentales para las fincas bananeras. Para lograr una caracterización exhaustiva, se evaluaron las necesidades específicas de cada componente del galpón, desde la cercha y la cubierta hasta las columnas y las cimentaciones. Esto, a través de la realización de una revisión bibliográfica sobre los diversos factores que afectan los sistemas de las empacadoras, definición de criterios a evaluar, creación de una matriz de evaluación y formatos de chequeo, así como el respectivo procesamiento de datos y la realización de recomendaciones para ejecutar el mantenimiento.

Este proyecto contribuirá no solo al mantenimiento eficiente de las estructuras de empacadora en la finca AGRÍCOLA SARA PALMA, sino que también sentará las bases para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la ingeniería de estructuras, proporcionando conocimientos valiosos sobre los factores determinantes para la longevidad y rendimiento óptimo de estas infraestructuras agrícolas clave.

Palabras clave: Guía de mantenimiento, Medidas de mantenimiento, patologías estructurales, matriz de riesgo, empacadora, galpón, estructuras de empacadora.

Abstract

The Urabá region is one of the largest economies in the department of Antioquia, which, in turn, revolves around the production and marketing of bananas, which is why companies dedicated to this task must have infrastructures in optimal conditions that guarantee high product standards.

Constant monitoring and proper care of the structures are essential to ensure the proper functioning of the packinghouse structures and prevent damage, to identify problems and pathologies in an easy and timely manner, and to plan maintenance measures appropriate to the different situations that may occur. In this work, the design and development of a guide for the characterization of the condition of the structures of the packing shed at the AGRÍCOLA SARA PALMA farm is conducted.

The main purpose of this project consisted in the elaboration of a maintenance guide with inputs from the identification of the current state and the necessary measures to extend the useful life of fundamental structural elements for banana farms. To achieve an integral characterization, the specific needs of each component of the shed were evaluated, as truss and roof to the columns and foundations. To this end, a bibliographic review of the various factors that affect packing house systems was carried out, the criteria to be evaluated were defined, an evaluation matrix and checklist were created, as well as the respective data processing and recommendations for the execution of maintenance.

This project will contribute to the efficient maintenance of the roof structures at the AGRÍCOLA SARA PALMA, also lay the groundwork for future research and development in the field of structural engineering, providing valuable insights into the determining factors for the longevity and optimal performance of these key agricultural infrastructures.

Key words: maintenance guide, maintenance measures, structural pathologies, risk matrix, baler, shed, baler structures.

Introducción

La región de Urabá representa una de las grandes economías que conforman el departamento de Antioquia (Fenalco, 2022). Esto debido al rápido crecimiento que tuvo alrededor de la producción y la exportación de banano en los años 80, y que se mantiene como uno de sus componentes más importantes hasta el día de hoy (Mundo, 2019). Por este motivo, siendo uno de los ejes económicos más relevantes de la región, es necesario que las diferentes empresas que se dedican a la producción y comercialización de banano se mantengan a la vanguardia, mas ahora, ya que en los últimos años se ha dado un aumento en la inversión de obras civiles en la región, con proyectos como las vías y los puertos (Colombiano, 2022) lo que obliga a las empresas a mantener su productividad y eficiencia para dar respuesta adecuada a los nuevos retos y demandas con los que se enfrentan.

La industria del banano en el país se centra en la producción y masiva exportación, llegando a enviar al exterior cerca del 70% de lo producido anualmente. El banano de Urabá representa más del 70% de todo el generado en el país (Moncayo, 2016). Las diferentes empresas de la región deben cerciorarse de mantener altos estándares y rendimientos para seguir siendo competitivas en el mercado. Entre las diferentes empresas que se dedican a la producción del banano en Urabá, se encuentra AGRÍCOLA SARA PALMA, una filial de Unibán. Su misión es administrar 27 predios productores de banano, encargándose de realizar mantenimiento y asegurando un alto rendimiento en cuanto a producción y calidad.

Para garantizar estos altos estándares y rendimientos en la producción del banano, se hace necesario contar con una red de sistemas y estructuras en óptimas condiciones, como lo son las asociadas a la logística para transportar el producto, infraestructura para los almacenes, bodegas y plantas de procesamiento. Para ello, es necesario realizar un mantenimiento adecuado durante el tiempo de vida útil.

El mantenimiento de las estructuras tiene el propósito de extender y preservar la vida útil de las edificaciones, así como salvaguardar la vida de las personas que las habitan. Para llevarlo a cabo, es necesario comprender las diferentes etapas y tipos de mantenimiento que se pueden presentar dependiendo de las condiciones de la estructura. Debido a la amplia variedad de

elementos que componen las diferentes estructuras, este proyecto se enmarcará en las obras que constituyen solo la estructura de cubierta de las empacadoras, las cuales cuentan con un sistema de cerchas metálicas, elementos auxiliares como riostras y correas, sistemas de columnas de apoyo y el sistema de cimentación.

En el caso de las estructuras de AGRÍCOLA SARA PALMA, al ser una entidad privada, el mantenimiento es realizado con sus propios recursos, sin embargo, actualmente carecen de un plan de mantenimiento para sus infraestructuras que permita una adecuada toma de decisiones en cuanto al manejo de sus obras, esto debido a que muchas de sus empacadoras se encuentran deterioradas por ser antiguas y a una falta de normatividad vigente, limitándose a realizar únicamente el mantenimiento correctivo en gran parte de sus estructuras y edificaciones. Con el propósito de mejorar esta situación, en este proyecto se plantea diseñar una guía descriptiva para el mantenimiento de la estructura de cubierta de las empacadoras, al igual que una matriz que permita caracterizar de una manera estandarizada el estado en el que se encuentren las edificaciones.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar un procedimiento guía que permita caracterizar el estado, identificar problemáticas y proponer medidas de mantenimiento para las estructuras de empacadora de las fincas de AGRÍCOLA SARA PALMA S.A.S.

1.2 Objetivos específicos

- Conocer las variables y consideraciones que se tienen en cuenta en la caracterización de estructuras.
- Delimitar las pautas para tener en cuenta en la caracterización del estado de las estructuras.
- Estandarizar los procedimientos, procesos de recolección y evaluación de datos tomados durante las visitas de campo.
- Evaluar el estado actual, grado de desgaste y posibles causas de deterioro de las estructuras de cubierta basados de base de datos construidas.
- Proveer herramientas técnicas y de soporte para que la empresa en pro de la mejorar de sus estructuras de empacadora.
- Suministrar a la empresa los criterios técnicos de caracterización, procedimientos para el levantamiento de datos, evaluación y recomendaciones para el mantenimiento de las estructuras de empacadora.

2 Marco teórico

La industria bananera es un sector económico que se dedica al cultivo, producción, comercialización y exportación de bananos, siendo esta una de las frutas más consumidas en todo el mundo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.f.). Estas es una de las industrias más importantes en la región de Urabá, debido su rápido crecimiento en los años 80, y que se mantiene como uno de sus ejes económicos más importantes hasta el día de hoy (Mundo, 2019). Dentro de las diferentes empresas que se dedican a esta industria, se encuentra AGRÍCOLA SARA PALMA, que se encarga de administrar 25 predios que suman 3.634 hectáreas dedicadas casi en su totalidad a la producción y siembra de banano.

La infraestructura de una empresa está constituida por los elementos materiales, institucionales y de talento humano que se integran y son necesarios para llevar a cabo una actividad que tiene una de remuneración económica. Se entiende como infraestructura material todos los equipos y elementos físicos necesarios para poder ejecutar una actividad, dentro de estos elementos se consideran los equipos utilizados para la provisión de energía, comunicación, los vehículos y vías de transporte, las edificaciones utilizadas para la administración, almacenaje, entre otros (Jochimsen, 1966).

Dentro de la infraestructura física que compone la industria bananera de AGRÍCOLA SARA PALMA se encuentra una gran variedad de elementos, como lo son las edificaciones utilizadas con fines administrativos, los equipos de transporte internos en las fincas, las instalaciones usadas para guardar las herramientas de mantenimiento e insumos agrícolas y las estructuras de las empacadoras.

Las empacadoras en las fincas bananeras constituyen uno de los elementos de infraestructura más importante para el funcionamiento de esta, ya que es en estas instalaciones donde se lleva a cabo gran parte de las actividades de esta, como lo son el proceso de selección, clasificación, empaque y cargue. Adicional a esto, también se llevan a cabo una serie de controles de calidad para que la fruta cumpla con los estándares para poder ser comercializados a nivel nacional e internacional, en la **Ilustración 1** se puede apreciar la vista de una empacadora bananera en planta.

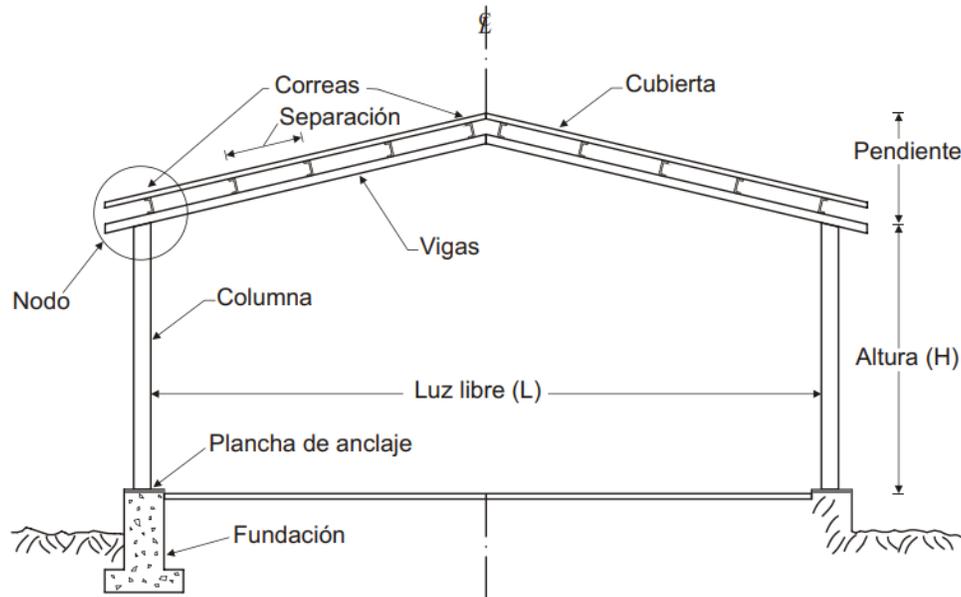
Ilustración 1. Vista en planta de empacadora.



Nota: Tomado de AGRÍCOLA SARA PALMA

Las empacadoras son estructuras denominadas galpón, los cuales son construcciones techadas muy versátiles que se pueden adaptar según las necesidades del proyecto, donde la separación entre sus columnas permite un gran aprovechamiento de los espacios, generalmente los galpones son estructuras de un solo nivel, que pueden estar cerradas o abiertas (Marnal et al., 2007). En la **Ilustración 2** se puede apreciar una descripción de la estructura de una empacadora, estos están constituidos por diferentes elementos estructurales, los principales y de mayor relevancia son el sistema de fundación, el sistema de columnas, el sistema de cerchas que en ocasiones puede ser remplazado por vigas, y el sistema de cubierta. Este último elemento tiene como propósito proteger, el interior de un edificio, los equipos y las personas, de las inclemencias del clima como lo son la lluvia, la nieve, el sol, el viento y otros elementos naturales. Al proporcionar una barrera física entre el interior y el exterior, una cubierta puede ayudar a mantener el interior seco, cómodo y seguro (Ching, Onouye y Zuberbuhler, 2014).

Ilustración 2. Componentes típicos de un galpón.



Nota: Tomado de (Marnal et al., 2007)

Las estructuras tipo galpón deben cumplir con requisitos establecidos por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y, dado que estas estructuras contienen sistemas de concreto, acero y cimentación, se debe evaluar cuidadosamente las solicitaciones para cada uno de los mismos por los diferentes títulos de la NSR-10. Si bien el código colombiano establece generalidades que se deben considerar en las estructuras para que estas cuenten con condiciones de sismo resistencia, en su mayoría apuntan al diseño y no al mantenimiento o conservación de la estructura, por tanto, es necesario consultar otras guías o manuales para poder obtener medidas y parámetros de referencia.

Dada la importancia que tienen las empacadoras en las actividades de las bananeras, lo complejos que pueden llegar a ser los galpones debido a la gran variedad de sistemas que contiene, además de la salvaguarda necesaria para los equipos y herramientas que son almacenados, la protección de las vidas de las personas que se encuentran en el lugar, y las posibles afectaciones sobre el rendimiento laboral; se hace necesario el aseguramiento del buen funcionamiento de estas estructuras a lo largo de su vida útil, para lo cual se puede efectuar un mantenimiento constante durante el tiempo de servicio.

La vida útil de una estructura depende de diferentes componentes, siendo la administración y mantenimiento parte solo de la etapa operativa, y precedida por la escogencia del tipo de proyecto a ejecutar (determinación del tiempo de operación) y la correcta construcción de este. En consecuencia, a lo anterior, para poder planear correctas medidas de mantenimiento para la estructura, se hace necesario comprender qué constituyen las actividades de mantenimiento y los diferentes tipos que se pueden planear.

Para Casas y Barona (2019) el objetivo del mantenimiento es prevenir los efectos de la degradación física y funcional que experimentan las edificaciones, o algunas de sus partes, como resultado del proceso natural de envejecimiento que ocurre con el tiempo. Su función principal es controlar el avance de dicha degradación y aplicar las medidas correctivas necesarias para remediarla. A su vez, Tejera (2003) expresa que el mantenimiento de un edificio incluye tanto trabajos periódicos programados como no programados que se realizan con el fin de conservarlo en buenas condiciones y cubrir sus necesidades previstas. Las tareas de mantenimiento y reparación son fundamentales para prolongar la vida útil de los edificios y evitar su deterioro y destrucción. Estas tareas están estrechamente relacionadas con la tipología y la época de construcción del edificio, así como con los materiales utilizados en su ejecución.

Si bien, las tareas de mantenimiento pueden cambiar drásticamente en función de los elementos en los que se vayan a aplicar, los tipos de mantenimiento pueden constituirse iguales para los diferentes sistemas y cambiar únicamente dependiendo el objetivo del mantenimiento. Para Casas y Barona (2019) los mantenimientos pueden ser clasificados en tipos, los cuales son: De emergencia, Ordinario, Predictivo, Correctivo, De actualización. Sin embargo, por el alcance de este trabajo se adaptaron estos a solo 4 tipos como se puede observar en **Tabla 1**.

Tabla 1. Tipos de mantenimiento para estructuras tipo galpón.

MANTENIMIENTO	DE EMERGENCIA	REPARAR
		REEMPLAZAR
		CORREGIR
	CORRECTIVO	CAMBIAR
		REPARAR
		RENOVAR
		RECUPERAR
		RESTAURAR
		REPONER
	PREVENTIVO	PROGRAMAR
		AJUSTAR
		LIMPIAR
		LUBRICAR
	ORDINARIO	LIMPIAR
		PROTEGER
ORDENAR		

Nota: Adaptado de Casas y Barona (2019)

Los diferentes tipos de mantenimiento que se plantean dan soluciones a los problemas con diferentes periodos de tiempos y diferentes enfoques:

Para poder ejecutar correctamente las medidas de mantenimiento, es necesario conocer las necesidades especiales de cada uno de los sistemas de la empacadora, en el caso del sistema de cubierta y sistema de cercha, por ser trabajos que se realizan con un desplazamiento vertical por encima de 1.5m, la Resolución 4272 del 2021 establece que es necesario que las personas que realicen ese tipo de trabajos, estén certificados en el trabajo de alturas (TA) por un centro de entrenamiento autorizado en Colombia, por lo tanto, solo cierto personal capacitado del área de mantenimiento puede atender los trabajos que sean considerado como trabajo de altura.

Para el caso de los sistemas de columna y cimentaciones, por ser trabajos que necesitan de gran cuidado y conocimiento previos, se recomienda trabajar con personal experimentado, el Ministerio de Educación (2015) recomienda realizar las reparaciones del revestimiento y

actividades similares, ya sea por deterioro o por otras causas, con materiales de igual calidad a los utilizados originalmente por personal especializado.

Para poder definir el tipo de mantenimiento que es necesario ejecutar, se debe evaluar el impacto que la patología está generando en la estructura, para ello se debe hacer uso de una matriz de riesgo donde se consolidan todas las posibles afectaciones que pueden llegar a tener los diferentes elementos de una empacadora, y se evalúan a partir de diferentes criterios que permitan calificar de forma estandarizada las diferentes variables que influyen en las patologías, y de esta manera poder obtener un resultado global que represente el estado de la patología para poder asignar una medida de mantenimiento acorde a lo necesario. Los criterios utilizados para evaluar la magnitud de la afectación de la patología se pueden observar en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Criterios para la evaluación de patologías.

CRITERIOS				
30%	10%	10%	20%	30%
IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	CONTROL	NIVEL EXPOSICIÓN	ESTADO

Nota: Elaboración propia

Los criterios fueron elegidos en base a los usados en otras matrices de riesgo de referencia, sin embargo, la definición de estos es propia de este trabajo:

Importancia (30%)

El nivel de importancia hace referencia al impacto o relevancia que representa la patología para la estructura y que tanto puede afectar el funcionamiento o integridad de esta, el grado de importancia representa el 30% de la evaluación final del estado de la estructura, conforme mayor impacto pueda tener la patología mayor será el grado de importancia. Ante una patología que

representa una gran amenaza para la estructura, se considera un estado crítico y se le da un valor de 4, si la patología representa una amenaza seria para la estructura, se considera un estado alto y se le da un valor de 3; si la patología representa una amenaza considerable para la estructura, se considera un estado medio y se le da un valor de 2, mientras que cuando la patología se considera que no afecta en gran medida a la estructura, se considera un estado bajo y se le da un valor de 1.

Probabilidad (10%)

El nivel de probabilidad hace referencia a la frecuencia y facilidad con la que se presentan las diferentes patologías, el grado de probabilidad representa el 10% de la evaluación final del estado de la estructura, conforme más frecuente sea una patología mayor será el grado de probabilidad. Ante una patología que presenta una gran frecuencia, se considera un estado crítico y se le da un valor de 4, si la patología representa una frecuencia seria para la estructura, se considera un estado alto y se le da un valor de 3; si la patología representa una frecuencia considerable para la estructura, se considera un estado medio y se le da un valor de 2, mientras que cuando la patología no suele presentarse en la estructura, se considera un estado bajo y se le da un valor de 1.

Control (10%)

El nivel de control hace referencia a la facilidad con la que se pueden ejecutar medidas de mantenimiento para una patología, el grado de control representa el 10% de la evaluación final del estado de la estructura, conforme más difícil sea realizar medidas de control o menos control se tenga sobre una patología mayor será el coeficiente de control. Ante una patología en la que se tiene poco o nulo control, se considera un estado crítico y se le da un valor de 4, si en la patología se tiene un control moderado, se considera un estado alto y se le da un valor de 3; si en la patología se tiene control y se pueden ejecutar sin mucha dificultad medidas de mantenimiento, se considera un estado medio y se le da un valor de 2, mientras que cuando en la patología se tiene un gran control y se pueden ejecutar fácilmente medidas de control, se considera un estado bajo y se le da un valor de 1.

Nivel de exposición (20%)

El nivel de exposición hace referencia a las personas que se pueden ver afectadas por la patología que se presente, el grado de nivel de exposición representa el 20% de la evaluación final del estado de la estructura, conforme mayor sea la cantidad de personas que puedan verse afectadas mayor será el grado de exposición. Ante una patología que pueda afectar a la mayoría de personas de la empacadora, se considera un estado crítico y se le da un valor de 4, si la patología afecta por lo menos a la mitad de las personas de la empacadora, se considera un estado alto y se le da un valor de 3; si la patología afecta a cerca del 25% de las personas de la empacadora, se considera un estado medio y se le da un valor de 2, mientras que cuando en la patología afecta menos del 25% del personal de la empacadora, se considera un estado bajo y se le da un valor de 1.

Estado (30%)

El nivel de estado hace referencia a la gravedad en la que se encuentra la patología, este grado de estado representa el 30% de la evaluación final del estado de la estructura, conforme más crítico sea el estado de la patología y cuanto más extendida se encuentre, mayor de será el coeficiente de estado. Ante una patología que pueda afectar a la mayoría de personas de la empacadora, se considera un estado crítico y se le da un valor de 4, si la patología afecta por lo menos a la mitad de las personas de la empacadora, se considera un estado alto y se le da un valor de 3; si la patología afecta a cerca del 25% de las personas de la empacadora, se considera un estado medio y se le da un valor de 2, mientras que cuando en la patología afecta menos del 25% del personal de la empacadora, se considera un estado bajo y se le da un valor de 1. A excepción de los demás criterios horizontales para cuantificar el estado de la empacadora, el grado de estado también puede tener un valor de 0, que se considera cuando no se evidencia la patología en cuestión o se encuentra a tal grado que no representa ningún riesgo para la integridad de la estructura.

3 Metodología

La metodología para realizar el siguiente proyecto consta de 8 etapas, siguiendo una secuencia lógica que va desde una fase investigativa para establecer los criterios y medidas que serán consideradas para la ejecución del proyecto, seguido de la elaboración de diferentes formatos y matrices que facilitaran la evaluación y caracterización de la información, y finalizando con la recopilación de información de diferentes tomas de datos realizadas en campo donde se propondrán las medidas más adecuadas para los diferentes casos.

ETAPA I: Revisión de bibliografía sobre la caracterización del estado de las estructuras y medidas de mantenimiento para los diferentes criterios de enfoque.

En esta etapa inicial se consultó información por medio de una búsqueda narrativa acerca del mantenimiento de edificaciones y metodologías para la evaluación de estas, centrando la búsqueda en bases de datos como Google académico y Scielo.org con las palabras claves “mantenimiento”, “caracterización”, “obras civiles” y “estructuras tipo galpón”.

Además, dado los diferentes sistemas que se combinan en una empacadora, fue necesario hacer consultas específicas para cada uno de los mismos, en casos como el sistema de cerchas y el sistema de cubierta, se buscó guías y manuales ofrecidas por diferentes proveedores nacionales sobre el manteniendo de los mismos. También se tuvo que consultar información sobre las matrices de riesgo y su aplicación en el campo de la ingeniería, tomando como guía las ofrecidas por empresas privadas dedicadas al sector de la construcción.

Adicional a esto, se consultó el manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa brindado por el Ministerio de Educación para tener referencias y extrapolar algunos de los criterios, y formatos usados en dicho manual para la elaboración de esta guía.

ETAPA II: Definición de criterios adecuados para caracterizar el estado de los diferentes elementos de las empacadoras (Sistema de cerchas metálicas, elementos auxiliares de cubierta como riostras y correas, sistemas de columnas de apoyo y los elementos de cimentación).

Durante esta etapa se procedió a elegir las fallas o patologías más comunes que se podían presentar en los diferentes sistemas que conforman la empacadora en base a lo encontrado durante la revisión de bibliografía y se definió una escala para calificar lo deteriorado que podría encontrarse dicho sistema. Además de escoger las patologías más comunes, también se seleccionaron aquellas que fuera posible evaluar hasta cierto grado por medio de una inspección visual donde no fuera necesarios equipos o elementos especializados, debido a que las empacadoras no cuentan con ellos.

Adicional a esto, se hicieron recorridos a las empacadoras y se entrevistó a los técnicos, oficiales y empleados de estas con el objetivo de verificar que los criterios escogidos fueran adecuados y si fueran recurrentes en las estructuras, además de anexar o corregir lo que fuera necesario de acuerdo con los comentarios recibidos.

ETAPA III: Crear una matriz que permita estandarizar y evaluar los datos y observaciones tomadas en las visitas de campo a las estructuras.

Con el interés de evaluar los datos de todas las empacadoras de forma estandarizada, fue necesario elaborar una matriz de riesgo, en donde se consolidaron las posibles fallas o patologías potenciales identificadas en el eje vertical. Estas se calificaron bajo diferentes criterios en el eje horizontal los cuales fueron adaptados de diferentes matrices pertenecientes a empresas privadas como los DEPCONST S.A.C y MONTAJE E INGERIERÍA ARCE SL.

Para la elección de los criterios horizontales se tomaron aquellos representativos para el mantenimiento de estructuras civiles, para este caso fueron IMPORTANCIA, PROBABILIDAD, CONTROL, NIVEL EXPOSICIÓN, y ESTADO. Si bien las matrices que se tomaron como

referencia contenían otros criterios, estos iban dirigidos a medir otros aspectos como legales, ambientales o de componentes y equipos especializados.

ETAPA IV: Crear un formato de chequeo para usar durante el recorrido que permita un correcto procedimiento durante la observación y toma de datos de las estructuras.

En esta etapa se diseñó un formato de chequeo que pudiera facilitar la recolección de información durante el recorrido de las empacadoras, en este se enlistaron las diferentes patologías que se podían presentar según el elemento que se estuviera evaluando (cubierta, cercha, columnas o cimentación) junto a un indicativo de gravedad que se define según lo observado (nulo, leve, moderado, severo o grave), de esta forma se agilizó la recolección de información al tener previamente definido las situaciones que se podían presentar.

El formato se realizó de tal forma que facilita la comprensión y la recolección de los datos por parte del personal de la empacadora, técnicos y oficiales de la zona.

ETAPA V: Recolectar información sobre los diferentes problemas y patologías que presentan las empacadoras a través de un recorrido de estas, y realización de ajustes pertinentes.

Durante esta etapa se recorrieron diferentes empacadoras de las fincas de AGRÍCOLA SARA PALMA para poder recolectar la información de las empacadoras usando el formato de chequeo, además de esto, para las visitas se hizo necesario una verificación previa de los planos existentes de la empacadora para reconocer la distribución de la estructura y se solicitó a las fincas un acompañamiento por parte de personal de planta para que guiaran los recorridos, de tal manera se contó con personas locales que indicaban patologías y fallas que no eran posibles de determinar sin una observación más minuciosa de la estructura.

ETAPA VI: Procesamiento de los datos obtenidos de los diferentes recorridos, recopilarlos y analizarlos.

Para el procesamiento de los datos se hizo uso de la matriz de riesgo que fue construida con diferentes criterios para poder evaluar el estado de la empacadora, la información recolectada en campo se digitalizó en la matriz para poder obtener el valor del estado de la empacadora el cual se clasificó en 4 rangos previamente definidos.

La información finalmente procesada se consolidó en un archivo Excel para poder comparar el estado de todos los elementos de las fincas de forma rápida.

ETAPA VII: Proponer medidas de mantenimiento en función de los diferentes estados evaluados de las empacadoras.

Con el propósito de agilizar la asignación de las medidas de mantenimiento, para cada uno de los posibles casos de las diferentes patologías consideradas se definieron las medidas a tomar, de tal forma que al realizar el procesamiento de datos también se obtuvo el mantenimiento correspondiente. Dichas medidas se tomaron de diferentes manuales y bibliografías, y se eligieron aquellas cuya implementación no requería de personal ni equipo especializado, debido a que las fincas no cuentan con ellos.

ETAPA VIII: Elaboración de una guía para evaluar el estado de las estructuras de las empacadoras y una guía de mantenimiento para cada uno de los casos.

En este proyecto se buscó entregar como producto una guía para caracterizar el estado, identificar problemáticas y proponer medidas de mantenimiento para las estructuras, por lo cual, se compilaron los resultados de las etapas anteriores y se utilizaron como insumo para la construcción de las guías que se entregarían a la empresa como aporte ingenieril.

4 Resultados y Análisis

ETAPA I: Revisión de bibliografía sobre la caracterización del estado de las estructuras y medidas de mantenimiento para los diferentes criterios de enfoque.

Dentro de la revisión bibliográfica se encontró una gran cantidad de resultados al explorar los diferentes buscadores con las palabras claves como se puede observar en la **Tabla 3**, sin embargo, se evidenció que gran parte de estos resultados realmente no aportaban al desarrollo del trabajo, y fue necesario hacer un gran proceso de filtración donde menos del 5% del material encontrado y consultado pudo ser aprovechado.

Tabla 3. Resumen de bases de datos consultadas.

Palabra Clave	Resultados	
	Google Academico	Scielo
Mantenimiento	3130000	4202
Caracterización	2730000	14303
Obras civiles	483000	53
Estructuras tipo galpon	15500	0

Nota: Elaboración propia

Dentro del material bibliográfico usado para desarrollar el trabajo, se hizo uso de diferentes manuales que ofrecen proveedores a nivel nacional, tal como el manual de instalación y mantenimiento de cubiertas brindado por COMCEMENTOS, la guía para la identificación, análisis y tratamiento de patologías en estructuras de concreto reforzado en edificaciones por Cardona García y Muñoz Agudelo, a partir de los cuales fue posible definir algunas de las patologías para los diferentes elementos de las estructuras, al igual que recomendaciones constructivas y medidas de mantenimiento que fueron usadas en la construcción de la matriz de riesgo y la tabla donde se tienen consolidadas todas las diferentes medidas de mantenimiento.

Para la construcción de la matriz de riesgo se tomaron como referencias matrices que no estaban dedicadas a la evaluación de riesgos en obras, sin embargo, la estructura general de esta

matriz pudo ser adaptada para la temática de este trabajo. Una de las matrices tomadas como referencia puede verse en la **Ilustración 3**.

Otra de las fuentes de mayor relevancia para la elaboración del trabajo fue el Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa brindado por el Ministerio de Educación, si bien la estructura de dicho manual tiene un propósito completamente distinto a las estructuras de las empacadoras bananeras, este manual permitió establecer un protocolo y parámetros generales durante todo el desarrollo del trabajo.

Ilustración 3. Matriz de riesgos administrativos.

MATRIZ DE RIESGOS INVITACION PUBLICA IPR 004-2020													
UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO													
No.	Clase	Fuente	Etapa	Tipo de Riesgo	Descripción (Que puede pasar y como puede ocurrir)	Consecuencia de ocurrencia del evento	Probabilidad	Impacto	Valoración	Categoría	A QUIEN SE ASIGNA		TRATAMIENTO/CONTROL A SER IMPLEMENTADO
											DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO	PROponente y/O INTERVENTOR	
1	General	Externo	Selección - Ejecución	Riesgo Económico Riesgo Operacional	Factor Multiplicador y Precios Por debajo del Presupuesto Oficial en la propuesta del Proponente y/o Interventor	Impacto económico al Interventor	2	2	4	Riesgo Bajo		X	Implementación de Controles en la Fase contractual que aseguren la eficiencia del Interventor en la ejecución del contrato conforme a sus obligaciones contractuales y a la oferta económica presentada.
2	General	Externo	Contratación	Riesgo Administrativo	La falta de firma por parte del adjudicatario del contrato	Retraso en el inicio del objeto del contrato	1	5	6	Riesgo Alto		X	Requerir al contratista y a la aseguradora para el cumplimiento de la garantía de la seriedad de la propuesta
3	General	Externo	Contratación	Riesgo Administrativo	Demoras en el inicio del contrato, debido a la aprobación tardía de documentos de legalización del contrato por parte del Departamento	Retraso en el inicio del objeto del contrato	1	5	6	Riesgo Alto	X		Ordenador del gasto asigna a funcionario que proyecte
4	General	Externo	Contratación	Riesgo Operacional	No se presenten las garantías exigidas en los documentos del proceso o se presenten por fuera de los plazos establecidos para ello.	Retraso en el inicio del objeto del contrato	1	5	6	Riesgo Alto	X		Recurrir al contratista ya la aseguradora para el cumplimiento de la garantía de seriedad de la propuesta

Nota: Tomado de Universidad del Atlántico

ETAPA II: Definición de criterios adecuados para caracterizar el estado de los diferentes elementos de las empacadoras (Sistema de cerchas metálicas, elementos auxiliares de cubierta como riostras y correas, sistemas de columnas de apoyo y los elementos de cimentación).

Los sistemas que fueron definidos para contener todos los elementos de la empacadora se pueden observar en la . Adicional a esto, en la **Tabla 1** se observan los diferentes tipos de mantenimiento y enfoques que se definieron para los trabajos en la empacadora.

Ilustración 4. Sistemas de elementos de la empacadora.

SISTEMA DE CIMENTACIÓN	SISTEMA DE COLUMNAS	SISTEMA DE CERCHAS	SISTEMA DE CUBIERTA
------------------------	---------------------	--------------------	---------------------

Nota: Elaboración propia

El haber separado las empacadoras en sus diferentes grupos de elementos facilitó y agilizó la consulta de información, de tal forma que se pudieran definir las patologías y medidas de mantenimiento más acertadas para cada una.

Como resultado de esta etapa, luego de haber definido los sistemas que constituyen la empacadora, se hizo una revisión para poder seleccionar las patologías más significativas para cada una de las mismas, para se eligieron aquellas que suelen presentarse en mayor medida en las empacadoras y que no requieren de un gran criterio técnico o equipo especializado para su detección, dichas patologías se fueron enlistando para los diferentes sistemas y se encuentran recopiladas en las tablas que van de la 3 a la 6.

Tabla 4. Patologías para el sistema de cubierta.

ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN
SISTEMA DE CUBIERTA	1	Tejas mal traslapadas/ sueltas
	2	Roturas u orificios en tejas
	3	Deformaciones en cubierta
	4	Acumulación de hojas o escombros en cubierta
	5	Suciedad, manchas, hongos, humedad

Nota: Elaboración propia

Tabla 5. Patologías para el sistema de cerchas.

ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN
SISTEMA DE CERCHAS	6	Corrosion en las cerchas
	7	Anclaje suelto
	8	Deformaciones en cerchas
	9	Deformaciones en correas
	10	Corrosion en correas
	11	Corrosion de amarres

Nota: Elaboración propia

Tabla 6. Patologías para el sistema de columnas.

ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN
SISTEMA DE COLUMNAS	12	Grietas/Fisuras
	13	Deformaciones/Pandeos
	14	Suciedad
	15	Manchas
	16	Corrosión de acero expuesto
	17	Focos de humedad

Nota: Elaboración propia

Tabla 7. Patologías para el sistema de cimentación.

ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN
SISTEMA DE CIMENTACIÓN	18	Asentamiento diferencial/hundimiento
	19	Grietas/Fisuras superficiales
	20	Zonas de humedad a nivel de suelo

Nota: Elaboración propia

Las patologías seleccionadas para cada uno de los sistemas fueron adecuadas a la hora de identificar los problemas reales que se presentaban en las empacadoras, ya que estas alcanzaban a cubrir temas menores como labores de limpieza y aseo, hasta replanteamientos en la distribución de cargas en el sistema. Sin embargo, el único sistema donde no fue posible tener criterios que pudieran representar la situación de las empacadoras fue para el sistema de cimentación, esto debido a lo complejo que resulta dar un diagnóstico adecuado a las cimentaciones sin realizar ensayos destructivos de la cimentación o pruebas en el suelo, por lo tanto, las patologías que se consideraron no son suficientes como para dar un estado de las cimentaciones más allá de lo visual.

Al momento de verificar la veracidad de las patologías y sistemas seleccionados con los oficiales, se eligió a aquellos que tuvieran al menos 5 años vinculados a la empresa, sin embargo, no fue necesario hacer ninguna modificación luego de estas revisiones con los empleados.

ETAPA III: Crear una matriz que permita estandarizar y evaluar los datos y observaciones tomadas en las visitas de campo a las estructuras.

Posterior a la definición de sistemas y patologías, se consolidó la información elaborando una matriz de riesgo y creando una escala de valores que permitiera la evaluación de los datos. La escala de valores puede observarse en la **Tabla 8** y la matriz de riesgo en la **Ilustración 5**, para una mejor observación de la matriz se ilustra en los detalles de la **Ilustración 6**, **Ilustración 7**, **Ilustración 8** y **Ilustración 9**.

Tabla 8. Rangos del estado de elementos empacadoras.

INTERVENCIÓN REQUERIDA	VALOR	COLOR
ORDINARIA	0-1	Verde
PREVENTIVA	1-2	Amarillo
CORRECTIVA	2-3	Naranja
EMERGENCIA	3-4	Rojo

Nota: Elaboración propia

Ilustración 6. Detalle 1 de matriz de riesgo.

		MATRIZ DE RIESGO Y PELIGROS EN LAS EMPACADORAS								EMPACADORA :			
										RESPONSABLE :		Jhon Alexander López Betancur	
										FECHA DE EVALUACIÓN :			
ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE OPERACIÓN		IMPACTO ESTRUCTURAL	CRITERIOS					TOTAL	INTERVENCIÓN REQUERIDA	MEDIDAS DE CONTROL
			NORMAL	ANORMAL		30% IMPORTANCIA	10% PROBABILIDAD	10% CONTROL	20% NIVEL EXPOSICIÓN	30% ESTADO			
SISTEMA DE CUBIERTA	1	Tejas mal traslapadas/ sueltas	x		Favorece la aparición de goteras	2	2	1	3	1	1.8	PREVENTIVA	Traslapar correctamente las tejas que se estan soltando y cambiar parcialmente los amarres metalicos
	2	Roturas u orificios en tejas	x		Permite que se filtre agua a la empacadora	3	2	2	3	1	2.2	CORRECTIVA	Sellar las fisuras con pegante epoxico de manera inmediata
	3	Deformaciones en cubierta	x		Amenaza con colapsar y poner en riesgo la integridad de la	3	1	2	4	1	2.3	CORRECTIVA	Aumentar el numero de correas que sostienen ese tramo de cubierta para redistribuir las cargas
	4	Acumulación de hojas o escombros en cubierta	x		Obstruye la evacuación de agua en la cubierta	1	4	1	1	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto
	5	Suciedad, manchas, hongos, humedad	x		Muestra problemas de humedad o malas practicas en el lugar	1	2	1	1	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto

Nota: Elaboración propia

Ilustración 7. Detalle 2 de matriz de riesgo.

		MATRIZ DE RIESGO Y PELIGROS EN LAS EMPACADORAS								EMPACADORA :			
										RESPONSABLE :		Jhon Alexander López Betancur	
										FECHA DE EVALUACIÓN :			
ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE OPERACIÓN		IMPACTO ESTRUCTURAL	CRITERIOS					TOTAL	INTERVENCIÓN REQUERIDA	MEDIDAS DE CONTROL
			NORMAL	ANORMAL		30% IMPORTANCIA	10% PROBABILIDAD	10% CONTROL	20% NIVEL EXPOSICIÓN	30% ESTADO			
SISTEMA DE CERCHAS	6	Corrosion en las cerchas	x		Amenaza con colapsar y poner en riesgo la integridad de la	4	3	1	4	4	3.6	EMERGENCIA	Proteger los elementos dde cerchas
	7	Anclaje suelto	x		Amenaza con caerse y poner en riesgo las personas	4	1	2	3	2	2.7	CORRECTIVA	Soldar en su totalidad los elementos metalicos que sobresalen con la cercha
	8	Deformaciones en cerchas	x		Amenaza con colapsar una parte de la empacadora o de la	4	2	3	3	2	2.9	CORRECTIVA	Cambiar las cerchas que se encuentran afectadas
	9	Deformaciones en correas	x		Favorece la caída o mal traslapo de tejas	3	3	4	2	2	2.6	CORRECTIVA	Cambiar las correas que se encuentran afectadas
	10	Corrosion en correas	x		Favorece la caída o mal traslapo de tejas	2	4	2	2	4	2.8	CORRECTIVA	Cambiar las correas que se encuentran afectadas
	11	Corrosion de amarres	x		Favorece la caída o mal traslapo de tejas	2	4	1	1	4	2.5	CORRECTIVA	Cambio la totalidad de los amarres

Nota: Elaboración propia

Ilustración 8. Detalle 3 de matriz de riesgo.

		MATRIZ DE RIESGO Y PELIGROS EN LAS EMPACADORAS								EMPACADORA :			
										RESPONSABLE :		Jhon Alexander López Betancur	
										FECHA DE EVALUACIÓN :			
ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE OPERACIÓN		IMPACTO ESTRUCTURAL	CRITERIOS					TOTAL	INTERVENCIÓN REQUERIDA	MEDIDAS DE CONTROL
			NORMAL	ANORMAL		30% IMPORTANCIA	10% PROBABILIDAD	10% CONTROL	20% NIVEL EXPOSICIÓN	30% ESTADO			
SISTEMA DE COLUMNAS	12	Grietas/Fisuras	x		Exhibe problemas de sobrecarga o problemas del concreto	3	3	2	3	4	3.2	EMERGENCIA	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente con una mayor sección transversal o disminuir la carga de cubierta
	13	Deformaciones/Pandeos	x		Muestra un mal funcionamiento de la columna y sobrecarga	4	2	2	4	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimiento
	14	Suciedad	x		Malas practicas o zona de alto transito en la empacadora	1	3	1	1	3	1.8	PREVENTIVA	Limpieza del elemento afectado con detergentes
	15	Manchas	x		Malas practicas o zona de alto transito en la empacadora	1	3	1	1	3	1.8	PREVENTIVA	Limpieza del elemento afectado con detergentes
	16	Corrosión de acero expuesto	x		Amenaza con colapsar y poner en riesgo la integridad de la	4	1	4	4	4	3.7	EMERGENCIA	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente
	17	Focos de humedad	x		Zona con alta presencia de agua	2	2	2	1	2	1.8	PREVENTIVA	Sellar las fisuras o grietas que permiten la entrada de agua

Nota: Elaboración propia

Ilustración 9. Detalle 4 de matriz de riesgo.

		MATRIZ DE RIESGO Y PELIGROS EN LAS EMPACADORAS								EMPACADORA :			
										RESPONSABLE :		Jhon Alexander López Betancur	
										FECHA DE EVALUACIÓN :			
ELEMENTO DE LA EMPACADORA	ITEM	DESCRIPCIÓN	ESTADO DE OPERACIÓN		IMPACTO ESTRUCTURAL	CRITERIOS					TOTAL	INTERVENCIÓN REQUERIDA	MEDIDAS DE CONTROL
			NORMAL	ANORMAL		30% IMPORTANCIA	10% PROBABILIDAD	10% CONTROL	20% NIVEL EXPOSICIÓN	30% ESTADO			
SISTEMA DE CIMENTACIÓN	18	Asentamiento diferencial/hundimiento	x		Problemas de sobrecarga o falta de estabilidad en el suelo	4	1	3	3	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto
	19	Grietas/Fisuras superficiales	x		Asentamientos leves o problemas en el concreto	3	2	2	1	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto
	20	Zonas de humedad a nivel de suelo	x		Exceso de humedad en el suelo o mala impermeabilización	2	2	1	1	0	0	ORDINARIA	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto

Nota: Elaboración propia

Dentro de los labels utilizados en la matriz de riesgo se encuentra el sistema de la estructura que se está evaluando, la descripción de las patologías que se buscan, la revisión de si se presenta una patología por un estado anormal de la empacadora (como robos por hurtos), una descripción del impacto que tiene la patología en la estructura de la empacadora, la valoración de las patologías a partir de los diferentes criterios de caracterización, y el resultado final que caracteriza el tipo de intervención necesaria en base a los rangos definidos en la tabla anterior. Dado que en la matriz se presentan diferentes criterios para calificar el estado de los elementos, fue necesario agregar tablas que detallaran el sistema de calificación de cada uno de los elementos al igual que la descripción de lo que considera con el criterio, esto se puede observar en la **Ilustración 10**.

Ilustración 10. Sistema de calificación de los criterios de caracterización.

IMPORTANCIA	CRITICA	ALTA	MEDIA	BAJA	NULO	El nivel de importancia hace referencia al impacto o relevancia que representa la patología para la estructura y que tanto puede afectar el funcionamiento o integridad de la misma, conforme mayor impacto pueda tener la patología mayor será el grado de importancia
VALOR	4	3	2	1	0	
PROBAILIDAD	CRITICA	ALTA	MEDIA	BAJA	NULO	El nivel de probabilidad hace referencia a la frecuencia y facilidad con la que se presentan las diferentes patologías, conforme más frecuente sea una patología mayor será el grado de probabilidad
VALOR	4	3	2	1	0	
CONTROL	CRITICA	ALTA	MEDIA	BAJA	NULO	El nivel de control hace referencia a la facilidad con la que se puedan ejecutar medidas de mantenimiento para una patología, conforme más difícil sea realizar medidas de control o menos control se tenga sobre una patología mayor será el coeficiente de control
VALOR	4	3	2	1	0	
EXPOSICIÓN	CRITICA	ALTA	MEDIA	BAJA	NULO	El nivel de exposición hace referencia a las personas que se pueden ver afectadas por la patología que se presente, conforme mayor sean la cantidad de personas que puedan verse afectadas mayor será el grado de exposición
VALOR	4	3	2	1	0	
ESTADO	CRITICA	ALTA	MEDIA	BAJA	NULO	El nivel de estado hace referencia a lo desarrollada que se encuentre la patología y lo extendida que se encuentra en el elemento, conforme más extendida se encuentre la patología y en peor estado este el elemento mayor será el grado de estado
VALOR	4	3	2	1	0	

Nota: Elaboración propia

El uso de la matriz mostró ser de gran utilidad para el procesamiento de los datos, y los criterios seleccionados abarcaban de manera adecuada los aspectos que se deberían considerar en los elementos de la estructura, sin embargo, durante el uso de la matriz se hizo notorio la necesidad de crear una condición especial, dicha condición se creó para poder obtener como resultado un estado de situación ORDINARIA en algunas patologías de la estructura, esto como resultado de que en muchas patologías de diferentes empacadoras no se presentaban ningún tipo de daño o desgaste, y por tanto, no se debía considerar ninguna situación o tipo de mantenimiento.

ETAPA IV: Crear un formato de chequeo para usar durante el recorrido que permita un correcto procedimiento durante la observación y toma de datos de las estructuras.

Para cada uno de los sistemas de la empacadora se hizo uso de un formato de chequeo diferente que contenía las patologías que se habían identificado en la en la revisión de la literatura durante la etapa 1, junto a una escala de gravedad que permite dar una valoración de la magnitud de los daños y patologías, dicha escala se eligió de tal manera que coincidiera con la calificación de los criterios de caracterización de la matriz de riesgo, de tal forma que una condición de deterior de nulo coincidiera con el valor 0 y una condición de deterioro grave coincidiera con un valor de 4. A continuación, en la **Ilustración 11** se muestra el formato de chequeo utilizado para el sistema de columnas.

El formato de chequeo utilizado para las visitas de campo resulto ser de gran conveniencia, permitiendo saber de antemano que se debía buscar durante los recorridos y facilitado la valoración de los deterioros, además de esto, dado que el formato puede ser utilizado tanto por funcionarios de las fincas como por oficiales de la zona, agiliza la recolección de información y recorta el tiempo en la ejecución de las intervenciones. El formato puede ser usado para inspecciones futuras y poder llevar a cabo seguimientos periódicos de las empacadoras, sin embargo, es necesario capacitar al personal periódicamente con el propósito de disminuir la subjetividad que se puede presentar a la hora de la recolección de los datos.

Ilustración 11. Formato de chequeo.

Registro de inspecciones de mantenimiento						 AGRICOLA Sara Palma S.A.			
Fecha:			Inspector:						
Finca:			Empacadora:						
Detalle de inspección									
Elemento: Sistema de columnas			Ultima inspección:			Inspección periodica <input type="checkbox"/> (preventiva) Motivo inspección: Solicitud de mantenimiento <input type="checkbox"/>			
Descripción:									
Deterioro/falla	Condición del deterioro/falla					Cantidad	Observaciones		
	Nulo	Leve	Moderado	Severo	Grave				
Grietas/Fisuras									
Deformaciones/Pandeos									
Suciedad									
Manchas									
Corrosión de acero expuesto									
Focos de humedad									
Otros: Especificar									
Resumen de la inspección									
Condición general:	Aceptable <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Deficiente <input type="checkbox"/>	Intervención requerida:		Ninguna <input type="checkbox"/>	Limpieza <input type="checkbox"/>	Reparación <input type="checkbox"/>	Sustitución <input type="checkbox"/>
Plazo Intervención:	Ninguno <input type="checkbox"/>	Programable <input type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Indique plazo:					
Observaciones:									

ETAPA V: Recolectar información sobre los diferentes problemas y patologías que presentan las empacadoras a través de un recorrido de estas, y realización de ajustes pertinentes.

Para la recolección de la información en las diferentes fincas se hizo uso de los formatos de chequeo, en total se evaluó el 77% de todas las fincas del grupo SARA PALMA y por cada finca visitada se hizo la revisión de los planos existentes para conocer la distribución de la finca previo a la visita. A continuación, se muestra el resultado de uno de estos formatos completamente diligenciado luego de una visita de campo en la **Ilustración 15** y algunas de las patologías encontradas en la **Ilustración 12**, **Ilustración 13** e **Ilustración 14**.

Ilustración 12. Acero expuesto de columna.



Nota: Elaboración propia

Ilustración 13. Desgaste de columna.



Nota: Elaboración propia

Ilustración 14. Corrosión en cerchas de acero.



Nota: Elaboración propia

Ilustración 15. Formato de visita de campo diligenciado.

Registro de inspecciones de mantenimiento										
Fecha: 10/04/2023					Inspector: Juan López					
Fincas: El Roble					Empacadora: El Roble					
Detalle de inspección										
Elemento: Sistema de columnas				Última inspección: Nunca			Motivo inspección:		Inspección periódica (preventiva)	<input checked="" type="checkbox"/>
Descripción:							Solicitud de mantenimiento (correctivo)		<input type="checkbox"/>	
Detenido/Falla	Condición del deterioro/falla					Cantidad	Observaciones			
	Nulo	Leve	Moderado	Severo	Grave					
Oxidas/Favos		<input checked="" type="checkbox"/>								
Deformaciones/Pandeos	<input checked="" type="checkbox"/>									
Suciedad			<input checked="" type="checkbox"/>							
Manchas			<input checked="" type="checkbox"/>							
Corrosión de acero expuesto	<input checked="" type="checkbox"/>									
Focos de humedad	<input checked="" type="checkbox"/>									
Otros: Especificar										
Resumen de la inspección										
Condición general:	Aceptable <input checked="" type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Deficiente <input type="checkbox"/>	Intervención requerida:		Ninguna <input type="checkbox"/>	Limpieza <input checked="" type="checkbox"/>	Reparación <input type="checkbox"/>	Sustitución <input type="checkbox"/>	
Plazo intervención:	Ninguno <input type="checkbox"/>	Programable <input checked="" type="checkbox"/>	Urgente <input type="checkbox"/>	Indique plazo:						
Observaciones:										

Nota: Elaboración propia

Debido a que el grupo SARA PALMA cuenta con fincas divididas entre la zona sur, norte y centro de la región de Urabá, y algunas de estas se encontraban muy alejadas del casco urbano, se dificultó en gran medida poder visitar estas empacadoras para recolectar información, para esos casos, se le pidió a técnicos de la zona hacer uso del formato y recolectar la información durante sus visitas, de esta manera fue posible recolectar la información de las zonas más alejadas y evaluar la facilidad con la que podía utilizar el formato por personal interno, de esta labor se obtuvieron resultados muy favorables y no se presentaron ningún tipo de quejas o sugerencias para mejorar el formato, sin embargo, en visitas posteriores a algunas de estas fincas más alejadas, se evidencio

cierto grado de subjetividad entre los datos reportados por los oficiales y los datos recolectados en el momento, de tal forma que se hace necesario una capacitación del personal para lograr mitigar estas diferencias entre inspectores debido a la subjetividad de cada uno.

ETAPA VI: Procesamiento de los datos obtenidos de los diferentes recorridos, recopilarlos y analizarlos.

Para lograr consolidar toda la información obtenida de las diferentes empacadoras del grupo SARA PALMA, se registraron los resultados obtenidos de la matriz de riesgo mediante Excel debido a la facilidad de manejo y versatilidad que este ofrece, a continuación, se muestra un resumen del estado de las empacadoras en la **Ilustración 16, Ilustración 17, Ilustración 18 e Ilustración 19.**

Ilustración 16. Estado de sistema de cubiertas del grupo AGRICOLA SARA PALMA.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	ESTADO DE EMPACADORA																			
		ZONA SUR						ZONA CENTRO						ZONA NORTE							
		PLANTACIÓN	HORIZONTE	V. MARIA	MONTECRISTO I	MONTECRISTO II	GUATAPURI	ROBLE	CASCARON	ABRAZO	GENESIS	RINCON	MONTAÑITA	CATIVOS	ARCUA	CASCADA	ESTAMPA	CANTHO	CARUBA	ANTARES	KATIA
SISTEMA DE CUBIERTA	Tejas mal traslapadas/ sueltas	1.8	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0
	Roturas u orificios en tejas	2.2	2.2	0	2.2	2.2	0	2.2	0	2.2	2.2	0	0	0	2.2	0	2.2	0	2.2	0	0
	Deformaciones en cubierta	2.3	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0	2.6	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Acumulación de hojas o escombros en cubierta	0	0	0	1.6	0	0	0	0	1.3	0	1.6	0	2.2	1.3	1.3	0	1	0	0	1.3
	Suciedad, manchas, hongos, humedad	0	0	1.1	0	1.1	0	0	1.1	0	1.1	1.7	1.1	2	1.1	1.1	0	1	1.1	0	1.1

Nota: Elaboración propia

A nivel general el estado de los sistemas de cubierta del grupo SARA PALMA se encuentra en una situación aceptable, dado que solo el 20% de las empacadoras presentan una patología de gravedad como lo es la deformación de cubierta, y en su mayoría el resto de empacadoras presentan patologías que son de fácil de intervención como suciedad o roturas superficiales, las intervenciones más repetidas que se deben hacer en algunas de estas empacadoras es el cambio de tejas o la sellada de las mismas debido a roturas, y en su mayoría se deben hacer limpiezas por la acumulación de hojas o manchas, la intervención más crítica que se debe realizar en el sistema de cubierta son las necesarias para eliminar deformaciones, y están se presentaron por eventos anormales como daños por el ingreso de ladrones. Las intervenciones de este tipo y para este al ser fácil de ejecutar y de gran relevancia para el buen estado de las empacadoras se llevan a cabo con bastante frecuencia, de tal forma que los datos obtenidos entre el 24/11/2022 y el 23/05/2023 deben de actualizarse para obtener un valor más preciso sobre el estado actual de la cubierta de empacadora.

Ilustración 17. Estado de sistema de cerchas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	ESTADO DE EMPACADORA																			
		ZONA SUR						ZONA CENTRO						ZONA NORTE							
		PLANTACIÓN	HORIZONTE	V. MARIA	MONTECRISTO I	MONTECRISTO II	GUATAPURI	ROBLE	CASCARON	ABRAZO	GENESIS	RINCON	MONTAÑITA	CATIVOS	ARCUA	CASCADA	ESTAMPA	CANTHO	CARUBA	ANTARES	KATIA
SISTEMA DE CERCHAS	Corrosion en las cerchas	3.6	2.7	0	2.7	3	2.7	2.7	3	3	3	3	2.7	2.7	3	3	3	0	2.7	2.7	2.7
	Anclaje suelto	2.7	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deformaciones en cerchas	2.9	0	0	0	0	2.6	0	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deformaciones en correas	2.6	2.3	0	0	0	0	0	0	2.3	0	2.3	0	0	0	0	2.3	0	0	0	0
	Corrosion en correas	2.8	1.9	0	1.9	2.2	1.9	1.9	0	2.2	2.2	2.2	1.9	1.9	0	2.2	2.2	1	0	1.9	1.9
	Corrosion de amarres	2.5	1.6	0	1.9	1.9	1.6	1.6	0	1.9	1.9	1.9	1.6	1.6	1.9	1.9	1.9	2	1.6	1.6	1.6

Nota: Elaboración propi

A nivel general el estado de los sistemas de cerchas del grupo SARA PALMA se encuentra deteriorado, especialmente por la corrosión de cerchas y correas, donde la gran mayoría de las empacadoras presentan este problema y requieren una intervención de medida CORRECTIVA, las cuales implican tomar medidas de inmediato para restaurar y proteger los sistemas de cerchas actuales o para un caso muy particular, como el de la finca de Plantación, se requiere tomar medidas CRITICAS para solucionar esta patología, lo que implica el desmonte completo de la estructura para poder reemplazarlo por una nueva, lo cual demandaría una inversión de al menos 70 millones de pesos. La otra patología que afecta a la gran mayoría de empacadoras es la corrosión de los amarres de tejas, sin embargo, esta es una problemática muy común en todo tipo de techos y hacer el cambio de los amarres es una actividad de alta frecuencia en las empacadoras, llegándola a ejecutar cada 1 o 2 trimestres.

Ilustración 18. Estado de sistema de columnas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	ESTADO DE EMPACADORA																			
		ZONA SUR						ZONA CENTRO						ZONA NORTE							
		PLANTACIÓN	HORIZONTE	V. MARIA	MONTECRISTO I	MONTECRISTO II	GUATAPURI	ROBLE	CASCARON	ABRAZO	GENESIS	RINCON	MONTAÑITA	CATIVOS	ARCUA	CASCADA	ESTAMPA	CANTHO	CARUBA	ANTARES	KATIA
SISTEMA DE COLUMNAS	Grietas/Fisuras	3.2	2.3	2.3	0	0	0	2.3	0	0	2.6	2.6	2.3	2.3	0	2.3	2.6	2	0	0	2.3
	Deformaciones/Pandeos	0	0	2.7	0	0	0	0	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suciedad	1.8	0	0	1.5	1.2	1.2	1.5	0	1.5	1.2	1.8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	1	1.2	1.2	1.2
	Manchas	1.8	0	0	1.5	1.2	1.2	1.5	0	1.5	1.2	1.5	1.2	1.2	0	1.2	1.5	1	1.2	1.2	1.2
	Corrosión de acero expuesto	3.7	2.8	0	0	0	0	0	0	2.8	3.1	0	0	2.8	0	3.1	3.1	1	0	0	0
	Focos de humedad	1.8	0	1.5	0	1.5	1.5	0	0	1.8	0	1.5	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0

Nota: Elaboración propia

A nivel general el estado de los sistemas de columnas de las empacadoras se encuentra en condiciones aceptables. En la gran mayoría de las empacadoras es necesario realizar limpiezas para las columnas y hacer intervenciones para controlar grietas y fisuras que se presentan, sin embargo, en un tercio las empacadoras se están presentando corrosión del acero expuesto. Cuando se está presentando la problemática mencionada, es de alto impacto sin importar el grado en el que se encuentre, por lo cual se debe buscar atender cuanto antes. Vale la pena mencionar que la mayoría de patologías de columnas que se presentaban en las empacadoras tienden a presentarse en la misma zona, donde hay un movimiento de agua constante que estaría afectando a las columnas cercanas, por lo cual, para prever que se presente la mismas problemáticas actuales, las columnas de la zona donde haya dicho flujo constante de agua deben contar con un mayor recubrimiento para proteger el acero de refuerzo, como si fuera un elemento de fundación, además de esto, aplicar pinturas impermeabilizantes para una mayor protección.

Ilustración 19. Estado de sistema de columnas del grupo AGRÍCOLA SARA PALMA.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	ESTADO DE EMPACADORA																			
		ZONA SUR						ZONA CENTRO						ZONA NORTE							
		PLANTACIÓN	HORIZONTE	V. MARIA	MONTECRISTO I	MONTECRISTO II	GUATAPURI	ROBLE	CASCARON	ABRAZO	GENESIS	RINCON	MONTAÑITA	CATIVOS	ARCUA	CASCADA	ESTAMPA	CANTHO	CARUBA	ANTARES	KATIA
SISTEMA DE COLUMNAS	sentamiento diferencial/hundimien	0	0	2.8	0	0	0	0	0	2.8	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Crietas/Fisuras superficiales	0	0	1.8	1.8	0	0	0	0	1.8	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0	0	
	Zonas de humedad a nivel de suelo	0	0	1.4	0	0	0	0	0	1.7	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	

Nota: Elaboración propia

El estado del sistema de cimentación se encuentra en situación favorable, en la gran mayoría de las fincas no se presentaron ninguna de las patologías definidas, en las pocas en las que si se presentaron se dificulta planear una intervención adecuada debido a la falta de estudios del suelo la zona y al nulo registro de los sistemas de fundación que se ejecutaron durante la construcción de las empacadoras.

Sin embargo, es necesario recalcar la dificultad que se presenta para evaluar los sistemas de cimentación únicamente mediante inspecciones visuales, debido a las empacadoras no cuentan con estudios sobre la capacidad de sus suelos ni equipos especializados para poder hacer ensayos de estos o sus cimentaciones.

ETAPA VII: Proponer medidas de mantenimiento en función de los diferentes estados evaluados de las empacadoras.

Dado que las patologías se encontraban divididas no solo en el tipo y sistema que se podían dar, sino también en el grado de afectación que se podían presentar, fue necesario planear medidas para cada uno de los hipotéticos grados de la afectación, para ello se hizo uso de los manuales ofrecidos por proveedores a nivel nacional consultados en la bibliografía y la experiencia y conocimiento técnico de los oficiales de las fincas. Para definir estas medidas no se tuvo en cuenta el costo, dado que en algunos casos no hay más intervenciones que se puedan hacer que no sean demoler y volver a construir. A continuación se muestran las medidas de mantenimiento para cada uno de los sistemas en la **Ilustración 20, Ilustración 21, Ilustración 22 e Ilustración 23.**

Ilustración 20. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	MEDIDAS DE MANTENIMIENTO			
		ORDINARIA	PREVENTIVA	CORRECTIVA	EMERGENCIA
SISTEMA DE CUBIERTA	Tejas mal traslapadas/ sueltas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Traslapar correctamente las tejas que se estan soltando y cambiar parcialmente los amarres metalicos	Cambiar en su totalidad los amarres metalicos de las tejas sueltas y aumentar el traslapo entre tejas.	No es necesario planear una medida para este caso
	Roturas u orificioes en tejas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	No es necesario cambiar la teja, se puede programar la visita para sellar la teja con un mes de plazo	Sellar las fisuras con pegante epoxico de manera inmediata	Se debe cambiar en su totalidad la teja que presenta los rotos u fisuras
	Deformaciones en cubierta	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Cambio de las correas que sostienen ese tramo de la cubietta	Aumentar el numero de correas que sostienen ese tramo de cubierta para redistribuir las cargas	Reconstruir el sistema de carga para disminuir la luz entre cerchas disminuir la deformaciones en cbierta
	Acumulación de hojas o escombros en cubierta	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Limpiar la acumulación de hojas y escombros	Podar los arboles cercanos que producen la acumulación de hojas o eliminar el elemento que produce los	No es necesario planear una medida para este caso
	Suciedad, manchas, hongos, humedad	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Limpiar la cubierta con manguera o hidrolavadora y luego de secarse aplicar una capa de pintura	No es necesario planear una medida para este caso	No es necesario planear una medida para este caso

Nota: Elaboración propia

Ilustración 21. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	MEDIDAS DE MANTENIMIENTO			
		ORDINARIA	PREVENTIVA	CORRECTIVA	EMERGENCIA
SISTEMA DE CERCHAS	Corrosion en las cerchas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Proteger los elementos afectados con pinturas especiales anticorrosivas	Cambiar las cerchas que se encuentran afectadas	Proteger los elementos dde cerchas
	Anclaje suelto	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Soldar en su totalidad los elementos metalicos que sobresalen con la cercha	Soldar en su totalidad los elementos metalicos que sobresalen con la cercha	Soldar en su totalidad los elementos metalicos que sobresalen con la cercha
	Deformaciones en cerchas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Ajuste provisional de la cercha, junto con una reducción de las cargas sobrepuestas en la cubierta	Cambiar las cerchas que se encuentran afectadas	Disminución de la luz entre cerchas para disminuir la carga que soportan
	Deformaciones en correas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Ajuste provisional de las correas afectadas	Cambiar las correas que se encuentran afectadas	Disminución de la luz entre correas para disminuir la carga que soportan
	Corrosion en correas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Proteger los elementos afectados con pinturas especiales anticorrosivas	Cambiar las correas que se encuentran afectadas	No es necesario planear una medida para este caso
	Corrosion de amarres	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Cambio de los amarres mas afectados	Cambio la totalidad de los amarres	No es necesario planear una medida para este caso

Nota: Elaboración propia

Ilustración 22. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	MEDIDAS DE MANTENIMIENTO			
		ORDINARIA	PREVENTIVA	CORRECTIVA	EMERGENCIA
SISTEMA DE COLUMNAS	Grietas/Fisuras	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Resanar las grietas de las columnas con mortero	Aumentar la sección de la columna con una estructura de acero	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente con una mayor sección transversal o disminuir la carga
	Deformaciones/Pandeos	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Redistribuir la carga de cubierta para evitar agravar el problema y apoyar con elementos secundarios como tacos	Redistribuir la carga de cubierta para evitar agravar el problema y demoler las columnas afectadas para poder	Demoler las columna afectada y construirla nuevamente con una mayor sección transversal y mayor numero de
	Suciedad	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Limpieza del elemento afectado con detergentes	Pintar el elemento con pintura impermeabilizante	No es necesario planear una medida para este caso
	Manchas	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Limpieza del elemento afectado con detergentes	Pintar el elemento con pintura impermeabilizante	No es necesario planear una medida para este caso
	Corrosión de acero expuesto	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente	Demoler la columna afectada y construirla nuevamente
	Focos de humedad	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Sellar las fisuras o grietas que permiten la entrada de agua	Reemplazar el material afectado	No es necesario planear una medida para este caso

Nota: Elaboración propia

Ilustración 23. Medidas de manteniendo para los estados de la empacadora.

ELEMENTO DE EMPACADORA	PATOLOGIAS	MEDIDAS DE MANTENIMIENTO			
		ORDINARIA	PREVENTIVA	CORRECTIVA	EMERGENCIA
SISTEMA DE CIMENTACIÓN	Asentamiento diferencial/hundimiento	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Disminuir la carga de cubierta sobre la columna	Inyección de lechada en el suelo	Instalar pilotes en el suelo para mejorar la capacidad
	Grietas/Fisuras superficiales	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Rellenar las grietas con mortero	Disminuir la carga de cubierta e inyección de lechada en el suelo	No es necesario planear una medida para este caso
	Zonas de humedad a nivel de suelo	No es necesario llevar a cabo ninguna de medida de mantenimineto	Reparación de fugas y tuiberia dañada	Instalación de sistemas de drenaje	No es necesario planear una medida para este caso

Nota: Elaboración propia

Como resultado se obtuvo un cuadro con medidas de mantenimiento personalizado que se adapta a todas las patologías consideradas en los grados de afectación que pueden presentarse, en algunos casos no fue necesario considerar medidas debido a que se encontraban en grados de afectación a lo cuales la patología no puede llegar o por el contrario, es un caso en el cual no representa ningún tipo de inconveniente para la integridad de la empacadora, como por ejemplo el caso de la limpieza de columnas o la limpieza de cubierta. Estos resultados son de gran utilidad para AGRÍCOLA SARA PALMA ya que les permite conocer el estado actual de sus empacadoras basado en conocimientos técnicos, y le brinda a futuro una herramienta técnica con la cual pueden evaluar de forma estandarizada y obtener las medidas más adecuadas para cada caso.

ETAPA VIII: Elaboración de una guía para evaluar el estado de las estructuras de las empacadoras y una guía de mantenimiento para cada uno de los casos.

Como insumo para AGRICOLA SARA PALMA S.A.S además de la matriz de riesgo, los formatos de chequeo, las medidas de mantenimiento y el consolidado del estado actual de las empacadoras evaluadas, se entrega una guía de cómo utilizar las herramientas brindadas para la caracterización futura de las estructuras de empacadoras y las medidas de mantenimiento que se deban tomar, esta guía se puede observar en la **Ilustración 24**.

Además de lo establecido en la guía, dentro de la matriz de riesgo esta definido el significado de los criterios utilizados, la escala de valoración, la escala de graduación de las intervenciones y demás observaciones necesarias para poder comprender los diferentes aspectos de esta.

Ilustración 24. Guía para evaluar el estado de las empacadoras.

Guardado en Este PC

GUIA PARA EVALUAR EL ESTADO DE LAS EMPACADORAS

1. Recolección de información de las empacadoras a través de los formatos de chequeos suministrados.
2. En caso de presentarse una situación anormal en alguna de las empacadoras, revisar los criterios amarillos de evaluación de la matriz de riesgo y modificarlos según sea el caso para cada patología. (Solo en caso de presentarse una situación anormal, de no ser así, dejar los valores para los criterios tal como están)

CRITERIOS				
30%	10%	10%	20%	30%
IMPORTANCIA	PROBABILIDAD	CONTROL	NIVEL EXPOSICIÓN	ESTADO
2	2	1	3	1

3. Los datos de entrada para la matriz de riesgo se ingresan en la columna de estado gris de los criterios.
 - 3.1. Ajustar la escala del formato de chequeo a la escala de valores usada en la matriz de riesgo.
4. Evaluar el nivel de intervención requerida como resultado de la evaluación de todos los criterios en la matriz.
5. Tomar y programar las medidas de mantenimiento que brinda la matriz acorde al nivel de intervención requerida.

Nota: Elaboración propia

5 Conclusiones

- La gran variedad de sistemas que interactúan en la estructura de una empacadora obliga a que sea necesario una revisión exhaustiva de cada uno de los sistemas, dado que no es posible encontrar un manual o guía que los aborde todos a la vez.
- Para el diseño de la guía de caracterización y mantenimiento de los galpones se hizo necesario conocer las variables y consideraciones necesarias que permitieran tener una visión completa de su estado y las problemáticas que agravan su situación estableciendo pautas claras en esta caracterización, otorgando así una mayor facilidad en la evaluación y seguimiento de las estructuras, siendo importante el grado de desgaste y las posibles causas de deterioro.
- La matriz de riesgo demostró ser una herramienta que permite tener de manera estandarizada el procesamiento de datos, mediante la recolección de estos haciendo uso de los formatos creados y un protocolo de búsqueda, el cual es posible adaptar fácilmente a las necesidades del proyecto y agregar variables que permitan evaluar diferentes aspectos de las estructuras, garantizando la consistencia y fiabilidad de los datos. Al proporcionar estas herramientas técnicas y de soporte adecuadas, la empresa se posiciona para mejorar significativamente la gestión y el mantenimiento de sus estructuras de empacadora. Ya que les permite una toma de decisiones más informada y una optimización de los recursos destinados al cuidado de las estructuras.
- En el sistema de columnas las principales causas de las patologías están asociadas al agua constante en una zona de la empacadora. Las patologías del sistema de cubierta son de desgaste natural y en casos extremos se deben a situaciones anormales como hurto. Las patologías del sistema de cubierta al ser una constante en todas las empacadoras se asocian con problemas de protección a nivel general, para lo cual se debe aplicar otro tipo de pinturas anticorrosivas o buscar alternativas. Las patologías del sistema de cimentación no

se asocian a ninguna causa en particular, sin estudios que revelen información primaria, se dificulta determinar causas o posibles factores de riesgos.

- El suministro de criterios técnicos, protocolos para la recolección de datos, procesamiento y medidas específicas para el mantenimiento de las estructuras de empacadora brinda a la empresa una guía instructiva para abordar adecuadamente las patologías presentadas en sus estructuras. Al seguir estas medidas de mantenimiento, la empresa puede optimizar sus operaciones y asegurar la integridad y durabilidad a largo plazo de sus estructuras de cubierta.

Referencias

Jochimsen, R. (1966). *Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. (No Title).*

Banana facts. (s/f). Fao.org. Recuperado el 1 de julio de 2023, de <https://www.fao.org/economic/est/est-commodities/oilcrops/bananas/bananafacts/en>

Ching, F. D., Onouye, B., & Zuberbuhler, D. (2014). *Manual de estructuras ilustrado.* Gustavo Gili.

Ospina, M. (15 de septiembre del 2019). Urabá, una economía del banano y el turismo. ELMUNDO. <https://www.elmundo.com/noticia/Urabauna-economia-del-banano-y-elturismo/377578#:~:text=Urabá%20es%20una%20zona%20estratégica,y%20el%20banano%20sus%20potencialidades>

Arnal, E., Gutiérrez, A., Montemayor, F., & Achabal, F. (2007). Proyecto y construcción de galpones modulares. *Venezuela, Ed. Siderur.*

Casanovas I Boixereu, Xavier; Tejera, Pedro: *Mantenimiento y Gestión de Edificios.* 2003.

Casas, L. H., & Barona, J. (2019). *El funcionamiento de las edificaciones: Administración y mantenimiento.* Programa Editorial Universidad del Valle.

Losada, D. P. S. (2021). MANTENIMIENTO DE CUBIERTAS. <https://www.usco.edu.co/contenido/SGC-USCO/documentos/20.EV-SST-GESTION-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-EN-EL-TRABAJO/EV-SST-PR-21%20MANTENIMIENTO%20DE%20CUBIERTAS.pdf>

COMCEMENTOS. (n.d.). MANEJO - INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO Cubiertas Onduladas en Fibrocemento. Retrieved May 9, 2023, from http://comcementos.com/Descargas/Cubiertas_Tanques/Instalacion_y_Mantenimiento_de_Cubiertas.pdf

Acuña, M. F. (2018). Plan de Mantenimiento de las estructuras del Polideportivo de Cartago. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Cardona García, C. M., & Muñoz Agudelo, J. C. (2012). Guía metodológica para la identificación, análisis y tratamiento de patologías en estructuras de concreto reforzado en edificaciones.

American Concrete Institute. (2013). ACI 562: Code Requirements for Evaluation, Repair, and Rehabilitation of Concrete Buildings.

MINEDUCACION. (2015). Manual de uso, conservación y mantenimiento de infraestructura educativa. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355996_archivo_pdf_manual_uso.pdf