



VII CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA MECÁNICA

II CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA FERROVIARIA

15, 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021



FoDAMI

Universidad Tecnológica Nacional

VII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica y II Congreso Argentino de Ingeniería Ferroviaria : VII CAIM-II CAIFE / compilación de Nancy Quaranta ; Marta Caligaris ; Fernando Palmieri ; editado por Nancy Quaranta ; Marta Caligaris ; Fernando Palmieri. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional ; San Nicolás de los Arroyos : Facultad Regional San Nicolás, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-42-0210-3

1. Ingeniería. I. Quaranta, Nancy, comp. II. Caligaris, Marta, comp. III. Palmieri, Fernando, comp. IV. Título.

CDD 620.007

ISBN 978-950-42-0210-3



AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN) no percibe fondos desde los congresos / jornadas, la publicación es gratuita y abierta para eventos realizados u organizados en unidades académicas de la UTN



Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

VII CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA MECÁNICA

II CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA FERROVIARIA

15, 16 Y 17 DE SEPTIEMBRE DE 2021

Facultad Regional San Nicolás (UTN)
Foro Docente del Área Mecánica de las Ingenierías (Fo.D.A.M.I.)



VIGILANCIA TECNOLÓGICA APLICADA A MECANISMO DE TRILLA PARA UNA COSECHADORA DE SEMILLAS DE FORRAJE

Basterra, José L.¹, García, Carlos H. A.¹, Larrea, Marcelo F.¹, Camprubí, Germán E.¹ y Derka, Carlos A.²

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste
Av las Heras N° 727, Resistencia, Chaco
correo-e: jbasterra@ing.unne.edu.ar

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Ruta Nacional 95 Km. 1108, Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco
correo-e: derka.carlos@inta.gob.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consiste en presentar el prototipado virtual de un mecanismo de trilla seleccionado mediante vigilancia tecnológica. En el marco de un proyecto de investigación y desarrollo que identifica y caracteriza las necesidades de mecanización de las actividades productivas en el ámbito de la Agricultura Familiar del NEA, se aplicó una metodología de relevamiento de fuentes secundarias externas. Como parte de las actividades de una beca de pregrado, se relevaron diferentes bases de patentes con acceso libre en la búsqueda de diferentes opciones de mecanismos de trilla de máquinas cosechadoras de forraje. Se seleccionó un documento que consta de una memoria descriptiva y de croquis en 2D que muestran un cóncavo, un cilindro de trilla y unos peines de trillado sujetos al cóncavo y a dicho cilindro de trilla. Posteriormente y mediante un software de automatización de diseño mecánico se obtuvo una versión 3D del mecanismo seleccionado. A través de un proceso de ajustes y reajustes del prototipo virtual puede tenerse una idea de su funcionamiento que podría ser aplicado al prototipo de una cosechadora de semillas de pasturas subtropicales para agricultores familiares.

Asumiendo las limitaciones normativas de la propiedad industrial, el binomio vigilancia tecnológica-prototipado virtual es una modalidad que puede resultar adecuada para ampliar el conocimiento referido a los detalles de funcionamiento de una novedad tecnológica. También admite la posibilidad de proponer mejoras o mecanismos alternativos tomando como referencia un modelo inicial surgido de esta complementación entre la recolección y el análisis de información tecnológica y las simulaciones digitales en 3D.

Palabras Clave: mecanismo de trilla; cosechadora; vigilancia tecnológica; prototipado virtual

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el término “vigilancia tecnológica” [1] ha ido tomando impulso, se trata del relevamiento virtual de tecnologías disponibles y emergentes, mediante el relevamiento de artículos científicos y de páginas de patentes potenciado por las tecnologías de la información y la comunicación (Torres Valdés y Santa Soriano, 2013). El desafío consiste en la generación de nuevo conocimiento aprovechando información tecnológica disponible es decir que no se trata sólo de una recopilación de datos con un fin definido (Arellano-Rojas, 2018) [2].

Con fines estrictamente pedagógicos y tomando como base los dibujos de un mecanismo de trilla de semillas de forraje se propuso un modelo 3D de dicho mecanismo a partir de una patente seleccionada en la búsqueda. Así, se realizaron análisis estructurales básicos y simulaciones con programa CAD con una previa selección de materiales candidatos para los distintos componentes. Esa selección de materiales se basó en el método Ashby teniendo en cuenta como primer objetivo la relación resistencia-costos de los materiales para luego realizar un ajuste dimensional y así llegar a un prototipo virtual final.

2. RELEVAMIENTO DE PAGINAS DE PATENTES

2.1 Ingreso de palabras claves, selección de varios documentos

En este primer paso se realizaron las búsquedas preliminares de patentes mediante el relevamiento de varias páginas web, entre ellas:

<https://patents.google.com/>

<https://www.ovtt.org/latipat>

<https://es.espacenet.com/>

Estas páginas ofrecen una gran base de datos con patentes de todas partes del mundo, se realiza las búsquedas utilizando sus motores de búsqueda con el ingreso de palabras claves, las cuales para este trabajo fueron “(cosechadora) (de semillas de) (pasturas)”.

El procedimiento no es muy diferente a una búsqueda cotidiana de google, el desafío se presenta a la hora del análisis de los documentos disponibles que aparecen con las palabras claves ingresadas.

2.2 Selección de documento

En esta etapa se seleccionó la patente ES 2 576 902 B1 [3] correspondiente a la oficina española de patentes y marcas. Este documento detalla un mecanismo de trilla (Figura 1) compuesto por un cilindro de trilla, un cóncavo, y los peines de trillado sujetos a los dos

anteriores. El mecanismo en sí propone la trilla de las semillas mediante los peines de trillado que se encuentran en toda la longitud del cilindro y espaciados sobre el cóncavo, a su vez el cóncavo posee una malla entre sus espacios, con una luz tal que permite solo el paso de las semillas, pero no así el resto de la masa vegetal.

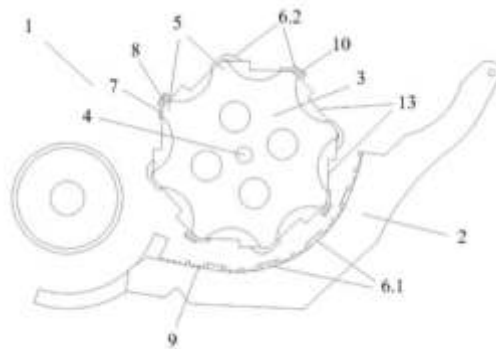


Figura 1

3. PROTOTIPADO 3D

Las ilustraciones incluidas en el documento de la patente seleccionada se tomaron de referencia para modelar virtualmente las partes y componentes descriptas.

3.1 Modelado de componentes

Para la realización 3D se utilizó el programa CAD SolidWorks 2019 (con licencia de la facultad de ingeniería de la UNNE). Uno de los primeros obstáculos a resolver fue la asignación de dimensiones a los componentes, puesto que los dibujos de la patente sólo son ilustrativos. Se utilizaron las relaciones de medidas de los dibujos incorporando la experiencia práctica y también las dimensiones comerciales con el siguiente resultado:

Para el árbol que se muestra en la Figura 2, se adoptó una sección circular hueca correspondiente a un diámetro comercial de 8 pulgadas y una longitud de 2810mm.

Para el disco que se muestra en la Figura 3, se adoptó un diámetro de 1000mm y un espesor correspondiente a una chapa calibre 20, de 7.12mm.

Para la pared lateral que se muestra en la Figura 4 se adoptó un largo de 2450 mm, calibre 8, de 1.24mm.

Para los peines del cilindro de la Figura 5 se evaluó el comportamiento del elemento flexible.



Figura 2



Figura 3

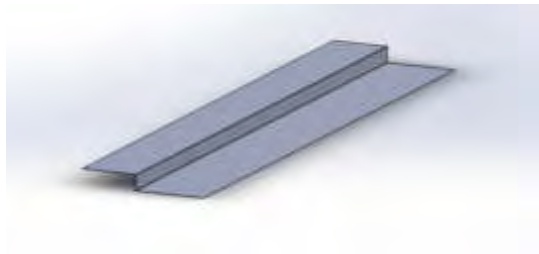


Figura 4



Figura 5

3.2 Ensamblaje de componentes

Seguidamente, se propuso el ensamble de todas las partes con las correcciones de dimensiones en las piezas y se propusieron 4 discos para vincular las paredes al árbol.

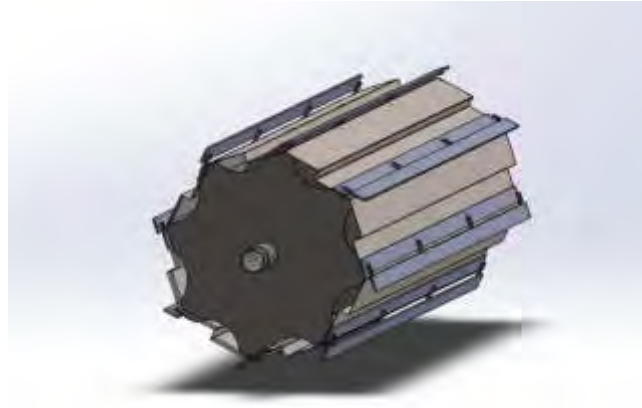


Figura 6

4. ANALISIS DE CARGAS SOBRE LAS PARTES COMPONENTES DEL MECANISMO

El análisis de las cargas de los componentes se realizó para cada pieza por separado sin considerar las cargas por fatiga.

Paredes laterales (figura 4): al poseer una gran inercia por la geometría de su sección que tiene en la totalidad de su longitud, se analizó como una viga apoyada en los discos con carga centrada igual a su peso propio mas una carga de impacto considerando una parada por atascamiento, aplicando el modelo de análisis lineal.

Discos (Figura 3): utilizando el modelo de análisis lineal, los discos se consideraron empotrados en el orificio central y soportando en conjunto las cargas transmitidas de las 8 paredes laterales.

El árbol (figura 2): se lo consideró como una viga de sección circular hueca sometida a flexión con cargas puntuales en cada disco del cilindro de trilla iguales a las cargas transmitidas por los discos, a bajas rpm. También se tuvo en cuenta la torsión entregada por un motor eléctrico.

El elemento flexible (figura 5): se evaluó el comportamiento de flexibilidad del elemento aplicando el modelo de hiperelasticidad de Mooney-Rivlin [4] y se contrastaron los resultados con un análisis de plasticidad de Von Mises [5]. En ambos casos se utilizaron datos generales del material utilizado en las simulaciones. Se asumió esta simplificación debido a que la precisión en el cálculo depende de la información disponible sobre el comportamiento de este tipo de materiales y que una mayor precisión depende de los datos derivados de una serie de ensayos sobre el material.

5. SELECCIÓN DE MATERIALES

En este apartado se muestra una preselección de materiales aplicando el método Ashby [6] que ofrece una gama de materiales óptimos conociendo condiciones de trabajo, geométricas, del ambiente de trabajo del componente. Los materiales precandidatos fueron elegidos aplicando un software con una gran base de datos que contempla el método Ashby de selección de materiales.

5.1 Método Ashby para selección de materiales

Cualquier componente ingenieril tiene una o más funciones para soportar una carga, contener presión, deformarse sin fallar, etc. En el trabajo de diseño, el diseñador tiene objetivos que cumplir, tales como que el componente sea económico, liviano, seguro, etc. Al mismo tiempo se tienen restricciones, las cuales pueden ser dimensiones establecidas, valores de tensión a soportar sin que se produzca la falla, rangos de temperatura de trabajo, entre otros.

En esencia, la función que cumple cada componente responde a la pregunta “¿qué hace el componente?”. El objetivo a cumplir por cada componente responde a “¿qué debe ser maximizado o minimizado?”. Finalmente, las restricciones responden a “¿qué condiciones negociables se deben cumplir?” o “¿qué condiciones negociables, pero deseadas se deben cumplir?”

Las restricciones conllevan directamente a poner límites a las propiedades de los materiales candidatos. Las restricciones en flexión simple, por citar un ejemplo, pueden ser usadas de diferentes maneras, porque para una condición de cargas se puede variar el módulo de elasticidad del material para una misma sección, o por el contrario para un mismo modulo se puede variar la sección. Para poder resolver ese dilema se debe tener un objetivo de diseño que desemboca en un índice para los materiales.

Este método cuenta con tres elementos que especifican la performance del diseño de una pieza estructural: los requerimientos funcionales, la geometría, y las propiedades del material del cual está hecho. Esto puede expresarse mediante la multiplicación de 3 funciones:

$$p = f_1 (F) * f_2 (G) * f_3 (M) \quad (1)$$

El requerimiento funcional del componente (F) tiene en cuenta las condiciones de cargas de la pieza.

Los parámetros geométricos (G) consideran la geometría de la pieza.

Las propiedades del material (M) se tienen en cuenta en el coeficiente de eficiencia del material o índice del material.

La elección del material óptimo, por lo general, no depende de la geometría de la pieza (G) ni de los requerimientos funcionales (F). Con lo que se puede identificar una gama de materiales óptimos sin resolver la ecuación entera, maximizando o minimizando la función índice del material.

5.2 Condiciones de trabajo de los componentes

Para poder utilizar este procedimiento se debe establecer las condiciones de trabajo de los componentes. Se consideraron condiciones similares a las que generalmente está sometida una maquina rural, debe soportar condiciones de intemperie tales como radiación UV, temperaturas alrededor de 70°C, humedad y erosión.

5.3 Preselección de materiales

En esta sección se realizó una pre-selección de materiales aplicando el software CES Edu Pack, versión educativa. Este software cuenta con una amplia base de datos con todos los materiales conocidos, catalogados por sus propiedades, físicas, químicas y costos unitarios, entre otras variables.

Dentro del programa se seleccionó un nivel 2 de la base de datos; el universo de materiales se fijó en todos los materiales y se creó un gráfico módulo de elasticidad vs. precio (dólares por kg de material).

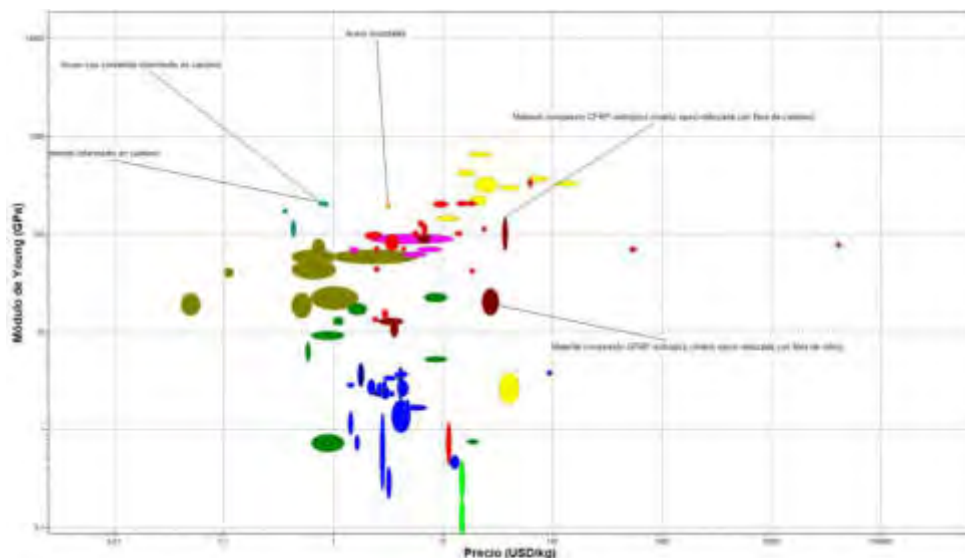


Figura 7

En este grafico se muestran los materiales distribuidos según su precio en el eje horizontal y según su módulo de elasticidad en el eje vertical. Teniendo en cuenta las condiciones de trabajo de los componentes, se consideraron los materiales que se detallan a continuación: acero con contenido medio de carbono, acero con contenido intermedio en carbono, acero

inoxidable, material compuesto CFRP (fibra de carbono reforzada con polímero), material compuesto GFRP (fibra de vidrio reforzada con polímero).

5.4 Selección de candidatos

En esta etapa de selección final se realizó el cálculo del índice para cada material candidato y se hizo la valoración de los mismos. Se consideraron las siguientes variables:

- Índice del material
 - Costos de fabricación asociados al material y la pieza a fabricarse.
 - Disponibilidad del material en la zona.
 - Resistencia a las condiciones de trabajo.
- ✓ Paredes laterales:

Tabla 1

Materiales candidatos	Índice	Índice costo fabricación	Índice disponibilidad	Índice de resistencia a condiciones de trabajo
Acero carbono bajo	369,07	9	8	2
Acero carbono medio	369,54	9	8	2
Acero inoxidable	88,54	9	5	9
CFRP	28,14	3	3	9
GFRP	13,97	3	6	9

Fuente: elaboración propia

Tabla 2

Valoración	Rigidez vs Costo	Costo de fabricación	Disponibilidad	Resistencia a condiciones ambientales	Mejor candidato
	Maximizar	Minimizar	Maximizar	maximizar	
Material candidato	7	7	6	10	
	23%	23%	20%	33%	
Acero carbono bajo	1,00	1,00	1,0	0,2	0,74
Acero carbono medio	1,00	1,00	1,0	0,2	0,74
Acero inoxidable	0,24	1,00	0,6	1,0	0,75
CFRP	0,08	0,33	0,4	1,0	0,50
GFRP	0,04	0,33	0,8	1,0	0,57

Fuente: elaboración propia

- ✓ Discos

Tabla 3

Materiales candidatos	Índex	Índice costo fabricación	Índice disponibilidad	Índice de resistencia a condiciones de trabajo
Acero carbono bajo	2,43	9	8	2
Acero carbono medio	2,43	9	8	2
Acero inoxidable	0,58	9	5	9
CFRP	0,18	3	3	9
GFRP	0,09	3	6	9

Fuente: elaboración propia

Tabla 4

Valoración	Rigidez vs Costo	Costo de fabricación	Disponibilidad	Resistencia a condiciones ambientales	Mejor candidato
	Maximizar	Minimizar	Maximizar	maximizar	
Material candidato	7	7	6	9	
	24%	24%	21%	31%	
Acero carbono bajo	1,00	1,00	1,0	0,2	0,76
Acero carbono medio	1,00	1,00	1,0	0,2	0,76
Acero inoxidable	0,24	1,00	0,6	1,0	0,74
CFRP	0,08	0,33	0,4	1,0	0,49
GFRP	0,04	0,33	0,8	1,0	0,56

Fuente: elaboración propia

✓ Árbol

Tabla 5

Materiales candidatos	Índex	Índice costo fabricación	Índice disponibilidad	Índice de resistencia a condiciones de trabajo
Acero carbono bajo	0,64	9	8	2
Acero carbono medio	0,93	9	8	2
Acero inoxidable	0,06	9	5	9
CFRP	0,01	3	3	9
GFRP	0,00	3	6	9

Fuente: elaboración propia

Tabla 6

Valoración	Rigidez vs Costo	Costo de fabricación	Disponibilidad	Resistencia a condiciones ambientales	Mejor candidato
	Maximizar	Minimizar	Maximizar	maximizar	

Material candidato	10	7	6	6	
	34%	24%	21%	21%	
Acero carbono bajo	0,69	1,00	1,0	0,2	0,73
Acero carbono medio	1,00	1,00	1,0	0,2	0,84
Acero inoxidable	0,06	1,00	0,6	1,0	0,60
CFRP	0,01	0,33	0,4	1,0	0,37
GFRP	0,00	0,33	0,8	1,0	0,44

Fuente: elaboración propia

- ✓ Elemento Flexible: en este caso se aplicaron valores representativos de un elastómero debido a la falta de información de ensayos sobre elastómeros de venta comercial.

6. AJUSTE DEL PROTOTIPO 3D

Una vez seleccionado los materiales candidatos se simularon los modelos 3D con el material resultante para cada componente, obteniendo los valores máximos de tensiones y deformaciones.

En la figura 8 se muestra el material para realizar la simulación de la pared lateral del cilindro de trilla.


Propiedades de material		
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: AISI 347 Acero inoxidable recocido (SS)	Sólido 1(Línea de partición 1)(Pared Lateral de cilindro de trilla)
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	
	Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.	
	Límite elástico: 275 N/mm ²	
	Límite de tracción: 655 N/mm ²	
	Módulo elástico: 195.000 N/mm ²	
	Coefficiente de Poisson: 0,27	
	Densidad: 8 g/cm ³	
	Módulo cortante: 77.000 N/mm ²	
	Coefficiente de dilatación térmica: 1,7e-05 / Kelvin	
Datos de curva:N/A		

Figura 8

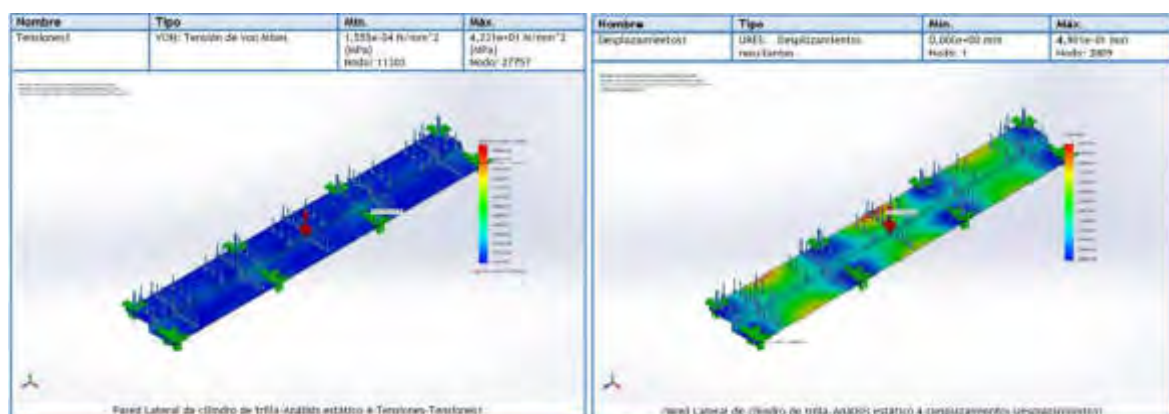


Figura 9

Con el valor máximo de tensión de la figura 9 se calcula la seguridad de la pared lateral con:

$$v = \text{Limite elástico/Tensión normal máxima (2)}$$

El valor obtenido de 6.5 se consideró una buena condición para los supuestos planteados en el cálculo.

Los desplazamientos máximos fueron analizados de acuerdo con lo que se muestra en la Figura 9.

En la simulación de la pared lateral se observó un valor máximo de 0.49 mm, lo cual no supone inconvenientes para el componente analizado.

El siguiente componente simulado fue el disco del cilindro de trilla para el que se seleccionó un acero 1045 estirado en frío, conforme normas AISI de la biblioteca de SolidWorks (Figura 10).


Propiedades de material		
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre:	AISI 1045 Acero estirado en frío
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
	Limite elástico:	530 N/mm ²
	Limite de tracción:	625 N/mm ²
	Módulo elástico:	205.000 N/mm ²
	Coefficiente de Poisson:	0,29
	Densidad:	7,85 g/cm ³
	Coefficiente de dilatación térmica:	1,15e-05 /Kelvin
	Datos de curva t/A:	
Sólido 1 (Matriz3) (Disco cilindro de trilla)		

Figura 10

Se realizó un estudio estático lineal, en el que se consideró el peso propio del disco y la transmisión de carga de las paredes laterales vinculadas a él y la aplicación de una carga de impacto supuesta en la pared lateral.

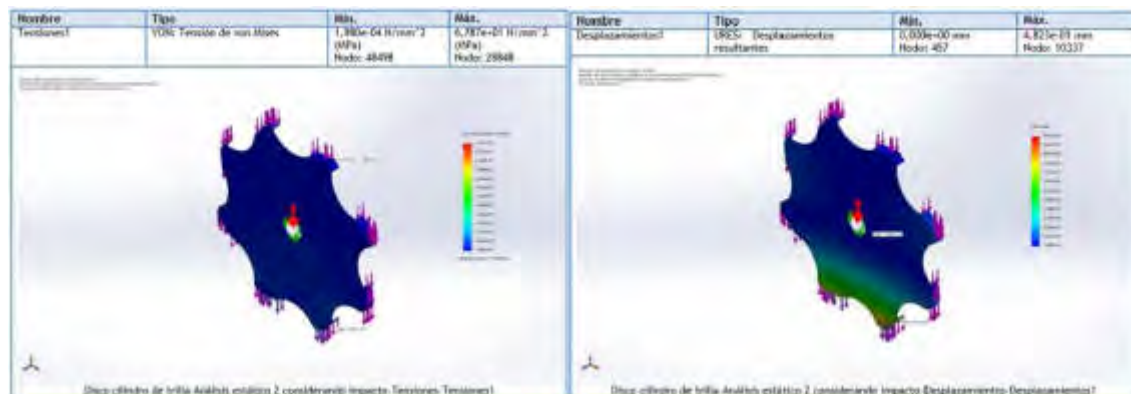


Figura 11

Se puede observar, en la figura 11, que una de las mayores tensiones se produce en la vinculación entre el disco y las paredes laterales, y es aproximadamente 68.78 MPa. Aplicando la fórmula (2), se obtuvo una seguridad de 7.7.

Los desplazamientos máximos se consideraron aceptables porque se verificaron en el orden de la décima de mm Figura 11.

Seguidamente para la simulación del árbol del cilindro de trilla se seleccionó un acero AISI 1045 estirado en frío de la biblioteca de SolidWorks.


Propiedades de material		
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre:	AISI 1045 Acero estirado en frío
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
	Límite elástico:	530 N/mm ²
	Límite de tracción:	625 N/mm ²
	Módulo elástico:	205.000 N/mm ²
	Coefficiente de Poisson:	0,29
	Densidad:	7,85 g/cm ³
	Coefficiente de dilatación térmica:	1,15e-05 /Kelvin
	Datos de curva:	N/A.

Figura 12

Se utilizaron los valores de reacciones obtenidos de la simulación del disco del cilindro de trilla de 188.99N y se supuso una carga de torque transmitida por un motor de corriente continua de 700W, obteniéndose los resultados que se muestran en la Figura 13.

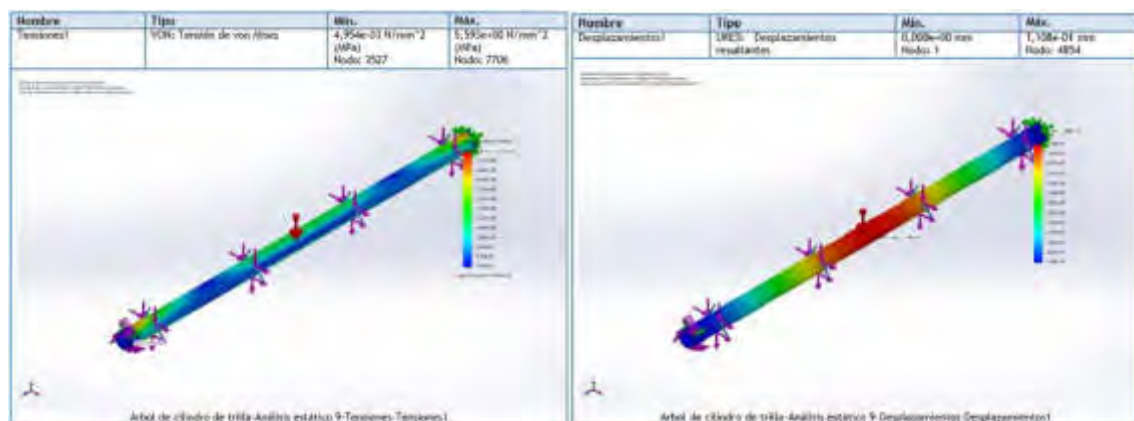


Figura 13

La máxima tensión presente se da en los apoyos con un valor de 5.6MPa, contando así con una seguridad (ecuación 2), de 95.

En cuanto a los desplazamientos, la flecha máxima es de 0.11mm.

El análisis de flexibilidad del elemento flexible presentó el inconveniente de la falta de datos, para poder modelizar correctamente el comportamiento de un elastómero se debe contar con

información de varios ensayos que no se encontraron disponibles por parte de los fabricantes. Entonces, se propuso el análisis para un material hiperelástico no lineal con constantes típicas de una goma y posteriormente se contrastaron esos resultados con un análisis de plasticidad.



Propiedades de material		
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: Goma (1) Tipo de modelo: Hiperelástico - Mooney Rivlin Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Primera constante de material: 5,791 N/mm ² Segunda constante de material: 1,84 N/mm ² Coeficiente de Poisson: 0,4 Densidad: 1,02 g/cm ³	Sólido 1(Linea de partición3)(Fiem:Flas 2,1-1)
Datos de curvas/A		
	Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: isotrópico elástico (lineal) Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 351,571 N/mm ² Límite de fluencia: 420,507 N/mm ² Módulo elástico: 200,000 N/mm ² Coeficiente de Poisson: 0,29 Densidad: 7,8 g/cm ³ Módulo cortante: 77,000 N/mm ² Coeficiente de dilatación térmica: 1,5e-05 /kelvin	Sólido 1(Redondeo1)(Piso:1)
Datos de estructura		

Figura 14

Se simuló el contacto entre piezas, dándole un desplazamiento de 85mm al elemento flexible, obteniéndose los resultados de tensión de la Figura 15.

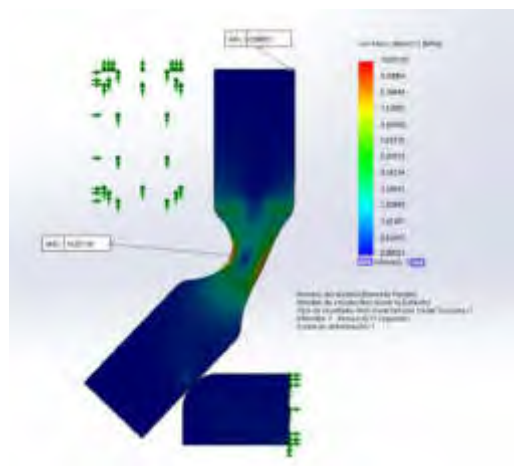


Figura 15

Una tensión máxima de 10MPa para el intervalo calculado en el segundo 0.37.

En cuanto al modelo de plasticidad de von Mises se presentan las Figuras 16 y 17.



Propiedades de material		
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: Plástico personalizado (1) Tipo de modelo: Plasticidad - non alloys Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises - máx. Límite elástico: 45 N/mm ² Módulo tangente: 38 N/mm ² Módulo elástico: 38 N/mm ² Coeficiente de Poisson: 0,4 Densidad: 1,2 g/cm ³	Sólido 1 (Llave de partición3) (Elem Flux 2,1,1)
Datos de curva: N/A		
	Nombre: AISI 1020 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 251,573 N/mm ² Límite de tracción: 420,567 N/mm ² Módulo elástico: 200.000 N/mm ² Coeficiente de Poisson: 0,29 Densidad: 7,8 g/cm ³ Módulo cortante: 77.000 N/mm ² Coeficiente de dilatación térmica: 1,1e-05 /Kelvin	Sólido 1 (Redondeo 1) (Paso 1)
Datos de curva: N/A		

Figura 16

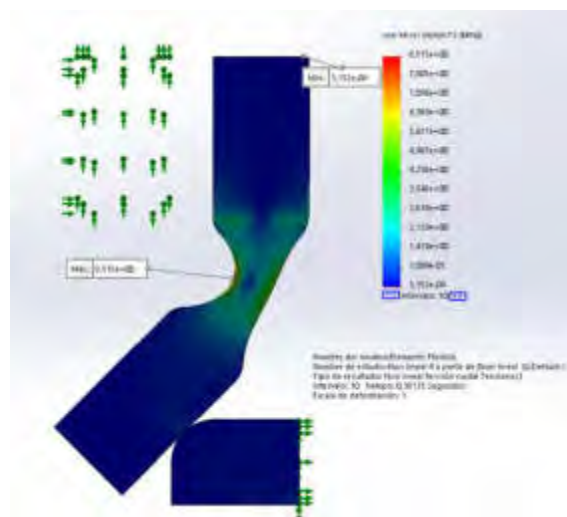


Figura 17

Se obtienen tensiones de 8.5 MPa para el intervalo calculado en el segundo 0.38.

Comparando los resultados en torno al mismo tiempo de cálculo, se observaron resultados similares.

6.1 Reajuste dimensional de piezas en base a materiales seleccionados

Si bien después de las simulaciones se puede realizar un redimensionado de los componentes, para ajustar las seguridades a valores deseados se decidió mantener las dimensiones obtenidas, puesto que para un mejor ajuste se debería realizar la prueba de los componentes. Se consideró que fundamentalmente ante la falta de la información necesaria de elastómeros candidatos, un ajuste no aportaría optimizaciones. El elemento flexible debe permitir giros dentro del rango simulado y se necesitarían otros datos para caracterizar su comportamiento de una forma más precisa.

7. CONCLUSIONES

La estrategia de construcción del conocimiento a partir de información ya publicada por terceros necesitó ser ejecutada mediante un adecuado soporte tecnológico de TICs. Aunque con ciertas limitaciones, fue posible agregar valor a un documento seleccionado de una base de patentes.

De los esquemas representativos encontrados en el documento seleccionado se pudo llegar a un mecanismo 3D, proponer sus dimensiones y materiales y simular su comportamiento. La metodología aplicada permitió recolectar información, procesarla, aplicar criterios selectivos, asumir una serie de supuestos con fundamentos pertinentes, débiles y fuertes, tendientes a mejorar la comprensión de un objeto tecnológico tal como un mecanismo de trilla. Este mecanismo de trilla se considerará como una de las opciones para el prototipo físico de una cosechadora de semillas de pasturas megatérmicas.

La metodología aplicada podría ejemplificar una forma de trabajo de vigilancia tecnológica asociada a las TICs con el agregado de datos locales. La recopilación de este tipo de experiencias y sus buenas prácticas a través del tiempo podrían llegar a generar comunidades virtuales que abran un espacio para la innovación tecnológica y también relacional de los estudiantes de ingeniería.

8. REFERENCIAS

- [1] Torres Valdés, R; Santa Soriano, A. (2013). Estructuras, procesos e instrumentos de vigilancia tecnológica. La vigilancia tecnológica como proceso de vinculación relacional Universidad-Empresa. *Universidades*, 58.
- [2] Arellano-Rojas, P. (2018). Funciones del software libre para la vigilancia tecnológica, *Palabras Clave*, 8 (1).
- [3]
[https://patents.google.com/patent/ES2576902B1/es?q=\(cosechadora\)+\(de+semillas+de\)+\(pasturas\)&oq=\(cosechadora\)+\(de+semillas+de\)+\(pasturas\)](https://patents.google.com/patent/ES2576902B1/es?q=(cosechadora)+(de+semillas+de)+(pasturas)&oq=(cosechadora)+(de+semillas+de)+(pasturas))
- [4]
http://help.solidworks.com/2010/spanish/SolidWorks/cworks/LegacyHelp/Simulation/Materials/Material_models/Mooney_-_Rivlin_Hyperelastic_Model.htm
- [5]
http://help.solidworks.com/2019/spanish/SolidWorks/cworks/r_Maximum_von_Mises_Stress_Criterion.htm
- [6] Ashby, M. F. (1992). Materials selection in mechanical design second edition. *Butterworth Heinemann*.