

Análisis del diseño y construcción de una prensa manual para comprimir latas

Eduardo Madrid-Carrillo¹, Luz Karime Hernández-Gegen², Martín Augusto Vélez-Montaña³

¹GIMUP, Ingeniería mecánica, Universidad de Pamplona, Colombia. Email: eduardo.madrid@unipamplona.edu.co

²GIMUP, Ingeniería mecánica, Universidad de Pamplona, Colombia. Email: lukahege@unipamplona.edu.co

³GIMUP, Ingeniería mecánica, Universidad de Pamplona, Colombia. Email: martin.velez@unipamplona.edu.co

Resumen

El objetivo del proyecto es implementar los conocimientos adquiridos en las asignaturas Resistencia de materiales II, Materiales de ingeniería y Procesos de Manufactura, desarrollando una prensa manual con la función de comprimir latas de aluminio (una a una) en pro de reducir el cansancio de las personas encargadas de su recolección para el reciclaje. La investigación consiste en analizar la fuerza mínima aplicada para comprimir una lata con ayuda de un mecanismo articulado, obteniendo los parámetros principales para la evaluación de los materiales a seleccionar en el diseño y construcción de la prensa. La metodología se enfoca en el análisis de las reacciones de cada eslabón, los esfuerzos cortantes en cada pasador y el estudio de un eslabón particular tratado como columna por medio de cálculos teóricos, los cuales son parametrizados por medio de hojas de cálculo realizadas en el software Microsoft Excel.

Palabras clave: Aplastar, comprimir, latas, prensa manual, reciclaje.

Abstract

The project's objective is to implement the knowledge acquired in the subjects Strength of Materials II, Engineering Materials, and Manufacturing Processes, developing a manual press to compress aluminum cans (one by one) to reduce time and effort. Of the people in charge of collecting it for recycling. The research consists of analyzing the minimum force applied to compress a can with the help of an articulated mechanism and obtaining the main parameters for evaluating the materials to be selected in the design and construction of the press. The methodology focuses on analyzing the reactions of each link, the shear stresses in each pin, and the study of a particular link treated as a column through theoretical calculations, which are parameterized through spreadsheets made in the software. Microsoft Excel.

Keywords: Cans, compact, crush, fatigue, manual press, recycling.

1. Introducción

Este artículo procede de un proyecto de aula cuyo objetivo general es complementar y enriquecer los conceptos adquiridos de manera virtual en la temática de ajustes y análisis de columnas, por medio del diseño y la construcción de una prensa manual de fácil manejo que busca a su vez ayudar a en el campo del reciclaje.

Uno de los empleos “informales” más comunes en nuestra sociedad es el de reciclador, esto gracias al masivo consumo de bebidas almacenadas en latas de aluminio, como lo son las cervezas, gaseosas, energizantes y jugos; siendo de los productos consumibles con mayor demanda en nuestra sociedad. Esto trae como consecuencia una gran cantidad de aluminio que tendrá que ser procesada, llevando a las latas a ser uno de los objetos recogidos principalmente para reciclaje, pero uno de los más voluminosos, lo que

no es nada beneficioso ya que en este tipo de empleo se paga por peso de X materiales llevados por la persona y no por el volumen que este tenga, por lo que se ven obligados a comprimirlas de formas no ortodoxas (aplastar las latas con el pie) perdiendo tiempo y realizando una gran cantidad de esfuerzo para poder reducir su tamaño y lograr transportar una mayor cantidad consigo mismo [1].

Esto lleva a que las instituciones educativas se vieran obligadas a considerar las grandes consecuencias que afronta el planeta gracias a las altas tasas de contaminación; Por tanto, es fundamental proponer proyectos que contribuyan al beneficio y el cuidado del medio ambiente; en el caso de esta investigación, se centrará en las latas de aluminio puesto que es un material que no pierde propiedades tras varios procesos de reciclaje, lo que hace que prácticamente todo el aluminio que se utiliza sea reciclado [2].

El término proviene de la palabra catalana prensa y está relacionada con la aplicación de una fuerza. Existen diferentes tipos de prensas, según el propósito en cuestión [3]; teniendo en cuenta algunos ejemplos, la prensa hidráulica motorizada que fue diseñada y construida con la intención de aumentar la ventaja mecánica en comparación con la prensa manual tal como lo describe Okolie et al [4]. Otra variante, es la compactación con prensa de rodillos de rastrojo de maíz molido grueso y pastos perennes nativos para producir productos compactados para un transporte eficaz en camiones según Kaliyan et al [5]. Para Silvala, la prensa mecánica es una alternativa cuando el problema se asocia con la extracción por solventes del aceite de salvado de arroz en la India [6]. También se encuentra el desarrollo de una nueva prensa compactadora de polvo que es capaz de producir materiales compactos de alta relación de longitud [7].

La propuesta de este artículo muestra el diseño de una prensa para compactar latas cuya función principal para la construcción de este mecanismo es comprimir o aplastar todo tipo de latas, con el propósito de disminuir la fuerza necesaria para aplastarlas. Este fue desarrollado como proyecto de aula, abarcando el análisis de fuerzas que se ejercen sobre el mecanismo y las reacciones en cada eslabón. De igual manera, se tiene en cuenta la calidad del material a emplear dependiendo de los esfuerzos ejercidos en cada pasador en búsqueda de una solución económica y sencilla.

2. Método(s), metodología

La metodología se enfoca en el análisis de las reacciones de cada eslabón, los esfuerzos cortantes en cada pasador y el estudio de un eslabón particular tratado como columna por medio de cálculos teóricos.

Se toma como referencia de diseño la figura del ejercicio 4-111 del libro de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley [8]. La estructura de la prensa como se muestra en la figura 1, comprende una barra horizontal AB, en cuyo extremo A se ejercerá la fuerza para todo el mecanismo; dos barras verticales BC y CD, son las que hacen el movimiento; se encuentran tres pasadores, dos fijos y uno móvil mostrados como B, D y C. La fuerza de aplastamiento es ejercida mediante un tubo largo fijo por donde se moverá un buje soldado a una placa y se coloca la lata debajo para cumplir la acción de compresión.

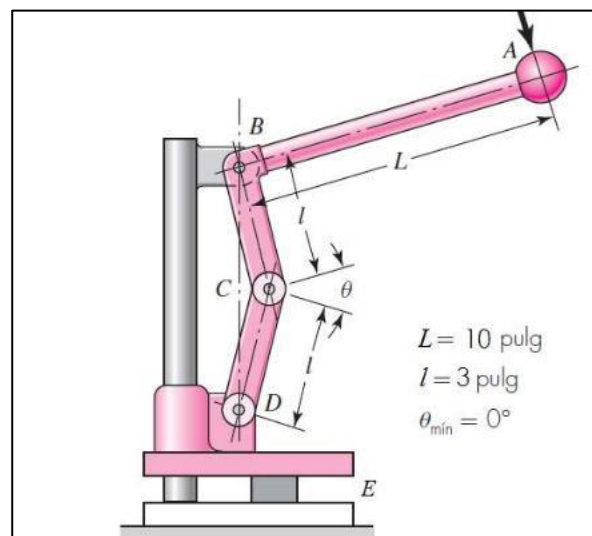


Figura 1. Estructura y medidas iniciales de la prensa modelo ejercicio 4-111. [8]

Una columna básicamente es un elemento estructural sometido a cargas axiales de compresión o tensión, con una relación de longitud sección transversal, tal que le permite deformarse por pandeo fallando generalmente por esta causa [9]. El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que se manifiesta geoméricamente con desplazamientos transversales por la falta de rigidez de la forma de la sección transversal. Una columna tiende a pandearse respecto al eje para el cual el radio de giro y el momento de inercia son mínimos [9]; para evitar dicho pandeo se hacen cálculos donde se encuentre la carga máxima a soportar por dicha columna, a esta carga se le conoce como PCR y se puede encontrar por medio de la ecuación (1) [9].

$$P_{cr} = A * S_y \left[1 - \frac{S_y * \left(\frac{kl}{r} \right)^2}{4\pi^2 * E} \right] \quad (1)$$

Para seleccionar el método de análisis de columnas rectas y con carga central (fórmula de Euler o de J.B. Johnson) e identificar nuestro tipo de columna (corta o

larga), se usará la relación o razón de esbeltes; es el cociente de la longitud efectiva (la longitud de una columna equivalente articulada.) entre su radio de giro mínimo [9].

2.1. Materiales

Los materiales utilizados para el diseño y construcción de la prensa son: dos tubos largos y un buje (ambos de acero galvanizado), dos platinas para la compactación de la lata de 1/8" x 1/2" fabricadas en acero ASTM A 36 y en forma de láminas para los eslabones, utilizando tornillos milimétricos galvanizados (acero NTC 4011 – ASTM A653).

En el caso del acero ASTM A 36, seleccionado gracias a su alta resistencia y gran elasticidad, además una buena fusibilidad y una capacidad para ser soldada sin que se formen imperfecciones o defectos. Sin mencionar que es una de las aleaciones más económicas para trabajar, lo que le da una ventaja considerable frente a otros materiales. Son utilizados en la fabricación de estructuras de acero soldadas y atornilladas para la construcción industrial. El acero laminado ASTM A36 también se utiliza en la fabricación de artículos y piezas para usos generales del sector de la construcción y la ingeniería. [10]

2.2. Propiedades mecánicas del Acero ASTM A 36

A continuación, se listan las propiedades mecánicas del acero a trabajar [11].

- Dureza: 120 HB (70 HRb).
- Esfuerzo de fluencia mínimo: 250 MPa (36300 PSI).
- Esfuerzo máximo: 400 – 550 MPa (58000 – 79800 PSI).
- Elongación mínima: 23% (en 50mm/2").
- Módulo de elasticidad: 207 GPa (29000 KSI).

2.3. Equipos y herramientas utilizadas

Las herramientas que se requirieron para poder desarrollar el proyecto son:

- Pie de rey de 5" / 130 mm.
- Flexómetro.
- Pulidora industrial.
- Equipo de soldadura SMAW.
- Alicata de presión.
- Taladro de banco.
- Compresor.

2.4. Construcción

Para la construcción de la prensa de latas, primero se llevó una platina a un torno y se le realizó un agujero

no pasante para facilitar la unión del buje; luego se procedió a soldar y a pulir la superficie como se observa en la figura 2.



Figura 2. Bujes soldados a la platina.

Después, se cortó otra platina más pequeña que la anterior, la cual, en conjunto con la primera platina, realizan la acción de comprimir. El movimiento relativo entre estas platinas se realiza del mismo modo que un collarín. Luego se procede a fijar el tubo galvanizado a la platina base y ensamblar el buje a la otra platina, tal como se ve en la figura 3.



Figura 3. Base del mecanismo.

El paso a seguir fue cortar los eslabones con la pulidora, redondeando los extremos; y para abrir los agujeros donde se ubican los pasadores, se usó un taladro con una broca Hss de 7/32" creando dos huecos de 5,5 a 6 mm aproximadamente. El resultado es observado en la figura 4.

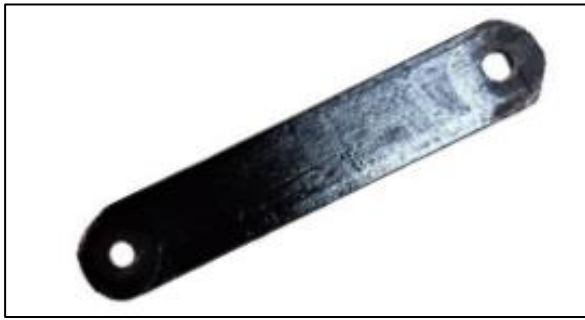


Figura 4. Eslabón.

Para la articulación de los eslabones de la prensa se utilizaron pernos, sujetos con tuercas de seguridad como se observa en la figura 5.



Figura 5. Pernos y tuercas.

Con la ayuda de soldadura, se añaden las piezas de apoyo donde irán los eslabones unidos con pernos, visto en la figura 6.



Figura 6. Pernos y tuercas.

Por último, se montó todo el mecanismo y se pintó como se ve en la figura 7.



Figura 7. Mecanismo ensamblado y adecuado a gusto del usuario.

En la figura 8 se observa la prensa manual construida en posición de aplastar una lata.



Figura 8. Prensa manual en posición de aplastar una lata de bebida energizante.

2.5. Análisis de fuerza y estructura

Teniendo en cuenta que el parámetro de entrada es la fuerza requerida para iniciar el aplastamiento de la lata, se optó por aplicar un método experimental que consistió en utilizar un saco con ladrillos colocado en el extremo A del mecanismo al cual se le iban agregando grava hasta que la lata comenzara a deformarse; esta masa se calculó con la ayuda de una balanza y luego se multiplicó por el valor numérico de la gravedad (9,81 m/s) para poder obtener la fuerza. El experimento arrojó que para aplastar una lata se necesita una masa de 35 kg inicialmente. Es pertinente aclarar que en la primera prueba (Figura 8.) no se consideró valor para la masa, debido a la restricción de espacio en la zona de compresión, puesto que, con los valores iniciales de los eslabones algunas latas no podían ser introducidas y se restringía a ciertos tamaños de envase. Por lo tanto, se modificaron las dimensiones del mecanismo y se encontró la altura adecuada mediante la ley del coseno evidenciada en la ecuación (2) y los ángulos internos utilizando la ley del seno evidenciada en la ecuación (3) [12].

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 ab \cos c \quad (2)$$

$$a \sin A = b \sin B = c \sin C \quad (3)$$

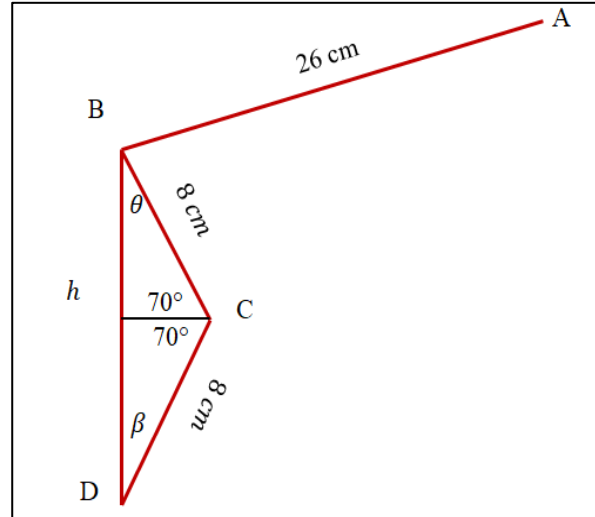


Figura 8. Diagrama inicial con dimensiones de la prensa modelo.

Se necesitó de una segunda prueba para disminuir la fuerza de aplastamiento de 35 kg a unos 26 kg masa; por lo tanto, se alargó el mango de 26 cm a 39 cm como se observa en la figura 9. Una vez modificadas las dimensiones se procedió a calcular la altura del mecanismo.

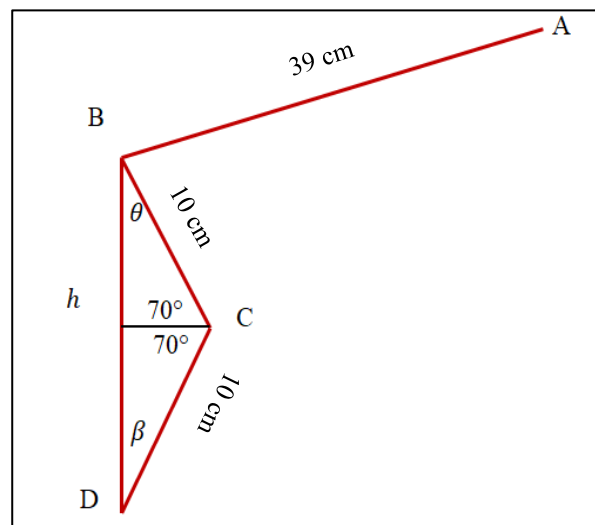


Figura 9. Diagrama de la prensa con medidas modificadas.

Aplicando la ley de coseno vista en la ecuación (2) para nuestro caso particular [12].

$$h^2 = 0.1^2m + 0.1^2m - 2 * 0.1m (0.1m) * \cos(140^\circ)$$

$$h^2 = 0.03532 \text{ m}$$

$$h = 0.19 \text{ m}$$

Aplicando la ley del seno observada en la ecuación (3) para nuestro caso particular [13].

$$\frac{0.1 \text{ m}}{\sin \theta} = \frac{0.19 \text{ m}}{\sin 140}$$

$$\sin \theta = \frac{0.1 \text{ m} * \sin 140}{0.19 \text{ m}}$$

$$\theta = 19.77^\circ$$

Y el ángulo restante es:

$$\beta = 180 - 140 - 19.77 = 20.23^\circ$$

2.6. Procedimiento matemático

El primer paso será hallar las reacciones influyentes en el eslabón CD, que serán encontradas por medio de una sumatoria de momentos de inercia en uno de dichos puntos, como se ve en la ecuación (4), y se realizarán sumatorias de fuerzas en los ejes X y Y como se puede observar en las ecuaciones (5) y (6) respectivamente [13]:

$$\sum M_c = 0 \quad (4)$$

$$-254.8 * (0.1 * \cos(75)) + D_x * (0.1 * \sin(75)) = 0$$

$$D_x = \frac{254.8 (0.1 \cos(75))}{(0.1 \sin(75))}$$

$$D_x = -605,6559 \text{ N}$$

$$\sum f_x = 0 \quad (5)$$

$$-605,6559 \text{ N} - C_x = 0$$

$$C_x = -605,6559 \text{ N}$$

$$\sum f_y = 0 \quad (6)$$

$$254.8 \text{ N} - C_y = 0$$

$$C_y = 254.8 \text{ N}$$

Encontrando la fuerza necesaria para este caso por medio de una sumatoria de momento de inercia en el eslabón AB como se ve en la ecuación (7) [13]:

$$\sum M_B = 0 \quad (7)$$

$$-605.6559 * (0.2) - F * (0.39) = 0$$

$$F = -310.593 \text{ N}$$

Análisis del eslabón CD como columna, hecho de acero ASTM A36:

Momento de inercia para este caso como se ve en la ecuación (8) [9]:

$$I = \frac{1}{12} * (20) * (5)^3 = 208,33 \text{ mm}^4 \quad (8)$$

El radio de giro (r) es la distancia desde el eje a un punto donde la masa está concentrada y el momento de inercia no varía y está dado por la ecuación (9) [8]:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (9)$$

$$r = \sqrt{\frac{208.33 \text{ mm}^4}{100 \text{ mm}^2}} = 1.4434 \text{ mm} \quad (9)$$

La longitud efectiva es, $Le = KL$. Donde L es la longitud real de la columna entre los soportes y K es el factor de fijación de los extremos. Según la figura 6-3 del libro de MOTT “valores de K para obtener la longitud efectiva”, [14] el valor de K es 1, porque ambos extremos están articulados

$$K=1 \text{ ya que tiene extremos articulados}$$

$$le = 1 * (80 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$$

La relación de esbeltez se utiliza para clasificar la columna a su longitud. Donde:

$$\frac{kl}{r} = \frac{1 (80)}{1.4434} = 55.4256$$

Constante de columna estará dada por la ecuación (10), donde:

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}} \quad (10)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 * (207 \times 10^9)}{250 \times 10^6}} = 127,8442$$

Realizando la comparación:

$$\frac{kl}{r} < C_c \rightarrow \text{columna corta.}$$

La comparación dio como resultado que la constante de columna es mayor a la relación de esbeltez; esto quiere decir, que la columna es corta y se utiliza la ecuación (1) de J.B Johnson para saber cuánto es la carga crítica cuando se comienza a pandear.

$$P_{cr} = A * S_y \left[1 - \frac{S_y * \left(\frac{kl}{r}\right)^2}{4\pi^2 * E} \right] \quad (1)$$

$$P_{cr} = (100) * (250 \times 10^6) * \left[1 - \frac{(250 \times 10^6) * \left(\frac{80}{1.4434}\right)^2}{4\pi^2 * (207 \times 10^9)} \right]$$

$$P_{cr} = 2.265 * 10^{10} \text{ N}$$

“El valor de P_{cr} obtenido nos muestra la carga máxima que puede soportar esta columna.”

Se realizó el análisis para los pasadores B y D hechos de acero galvanizado ASTM A653 teniendo en cuenta la fluencia mínima como la propiedad determinante para este caso, evidenciada en la figura 10.

Propiedades Mecánicas		
Norma: NTC 4011 – ASTM A653		
Calidad Comercial CS*	Fluencia YP Mínima	Resistencia Máxima-Mínima
	MPa	MPa
	205/380	----

Figura 10. Fluencia mínima de los pernos.
Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC 4011.

En el 2015 Celis señala que “el esfuerzo cortante resistente radica en la facilidad para realizar una evaluación rápida del nivel de seguridad o vulnerabilidad estructural” [15]. Para este análisis el cortante sencillo en el pasador B está dado por la ecuación (11) [9].

$$\sigma = \frac{F}{a} \quad (11)$$

$$a = \pi * \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 19.635 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{-310.593 \text{ N}}{19.635 \text{ mm}^2} = -15.8184 \text{ Mpa}$$

Buscando el factor de seguridad.

$$fs = \frac{\sigma \text{ permisible}}{\sigma \text{ calculado}} \quad (12)$$

$$fs = \frac{205 \text{ MPa}}{15.8184 \text{ MPa}} = 12.9596$$

Cortante sencillo en el pasador D

$$\sigma = \frac{F}{a} \quad (11)$$

$$a = \pi * \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 19.635 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{254.8 \text{ N}}{19.635 \text{ mm}^2} = 12.9768 \text{ Mpa}$$

Al estar sometido a diferente esfuerzo, se busca su factor de seguridad.

$$fs = \frac{\sigma \text{ permisible}}{\sigma \text{ calculado}} \quad (12)$$

$$fs = \frac{205 \text{ MPa}}{12.9768 \text{ Mpa}} = 15.7974$$

posteriormente se realizan los cálculos para ajuste adecuado de los tornillos (B, D) y el eslabón.

Diámetro del pasador = 5mm

Diámetro exterior de la masa = 6 mm

Para este paso se tendrá en cuenta las descripciones de ajustes recomendables mediante el sistema del agujero base, haciendo uso de la tabla 7-9 del libro de diseño en ingeniería mecánica de Shigley. El tipo de ajuste para este caso es de HOLGURA, exactamente un ajuste de holgura deslizante H7/g6, donde las partes no se van a operar libremente, pero se deben mover y girar con libertad y tener una ubicación precisa [6].

Para el agujero:

$$D_{min} = 5 \text{ mm}$$

Tabla 1. Selección de grados de tolerancia Internacionales. Serie métrica

Tamaños básicos	Grados de tolerancia		
	IT6	IT7	IT8
0 – 3	0.006	0.010	0.014
3 – 6	0.008	0.012	0.018
6 – 10	0.009	0.015	0.022
10 - 18	0.011	0.018	0.027

Fuente: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4 2-1978. Vea también BSI 4500.

La tolerancia internacional de la tabla 1 seleccionada para este caso (IT7) es de 0,012 mm; con esto se aplica la ecuación (13) para el cálculo del diámetro máximo posible del agujero [8].

$$D_{max} = D + \Delta D \quad (13)$$

$$D_{max} = 5 \text{ mm} + 0.012 \text{ mm}$$

$$D_{max} = 5.012 \text{ mm}$$

Para el eje:

Tabla 2. Desviaciones fundamentales de ejes, serie métrica.

Tamaños básicos	Letra de desviación superior			
	c	d	f	g
0 – 3	-0.060	-0.020	-0.006	-0.002
3 – 6	-0.070	-0.030	-0.010	-0.004
6 – 10	-0.080	-0.040	-0.013	-0.005
10 - 18	-0.095	-0.050	-0.016	-0.006

Fuente: Preferred Metric Limits and Fits, ANSI B4 2-1978. Vea también BSI 4500.

La desviación fundamental seleccionada de la tabla 2 para este caso (g) es de -0.004 y el cálculo del diámetro mínimo del perno (eje) estará dado por la ecuación (14) [8].

$$d_{\min} = d + df \quad (14)$$

$$df = -0,004 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = 5 \text{ mm} - 0.004 \text{ mm}$$

$$\mathbf{d_{\min} = 4.996 \text{ mm}}$$

La tolerancia internacional de la tabla 1 para IT6 es 0,008, por lo que, el cálculo del diámetro máximo del perno estará dado por la ecuación (15) [8].

$$d_{\max} = d + df + \Delta d \quad (15)$$

$$d_{\max} = 5 \text{ mm} - 0,004 \text{ mm} + 0,008 \text{ mm}$$

$$\mathbf{d_{\max} = 5.004 \text{ mm}}$$

Grado de interferencia a mayor presión:

$$\delta = \frac{d_{\max} - D_{\min}}{2} \quad (16)$$

$$\delta = \frac{5.004 - 5}{2}$$

$$\mathbf{\delta = 2 \times 10^{-3} \text{ mm}}$$

Analizando la presión de contacto, que estará dada por la ecuación (17) [8]:

$$P = \frac{E\delta}{R} \left[\frac{(r_0^2 - R^2)(R^2 - r_1^2)}{(2R^2)(r_0^2 - r_1^2)} \right] \quad (17)$$

Al solo haber 2 radios involucrados en el ajuste, la nueva ecuación (18) se da como [8]:

$$P = \frac{E\delta}{R} \left[\frac{(r_0^2 - R^2)(R^2)}{(2R^2)(r_0^2)} \right] \quad (18)$$

De acuerdo con la ficha técnica del acero al carbono y aplicando la ecuación (18), se realizan los siguientes cálculos:

$$R = \frac{d}{2} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ mm}$$

$$r_0 = \frac{D}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ mm}$$

$$P = \frac{207 \times 10^9 * 2 \times 10^{-3}}{2} \left[\frac{(3^2 - 2.5^2) * (2.5^2)}{(2 * 2.5^2) * (3^2)} \right]$$

$$\mathbf{P = 31.625 \text{ Mpa}}$$

Esfuerzos relacionados con contacto:

En el eje se obtienen con la ecuación (19) [8]:

$$\sigma_{\text{eje}} = -p \frac{R^2 + r_1^2}{R^2 - r_1^2} = -p \frac{R^2}{R^2} \quad (19)$$

$$\mathbf{\sigma_{\text{eje}} = - 31.625 \text{ Mpa}}$$

Para encontrar el esfuerzo de contacto entre la masa y el eje estará dado la ecuación (20) [8]:

$$\sigma_{\text{masa}} = p \frac{r_0^2 + R^2}{r_0^2 - R^2} \quad (20)$$

$$\sigma_{\text{masa}} = 31.625 \times 10^6 * \frac{3^2 + 2.5^2}{3^2 - 2.5^2}$$

$$\mathbf{\sigma_{\text{masa}} = 175.375 \text{ MPa}}$$

Factor de seguridad:

Para el diseño del eje es preciso recordar que el esfuerzo permisible para el tornillo galvanizado (perno) es de 205 Mpa:

$$f_s = \frac{\sigma_{\text{permisible}}}{\sigma_{\text{calculado}}} = \frac{-205}{-31.625}$$

$$\mathbf{f_s = 6.4822}$$

Para la masa recordar que el esfuerzo permisible para el eslabón es de 250 Mpa:

$$f_s = \frac{\sigma_{\text{permisible}}}{\sigma_{\text{calculado}}} = \frac{250 \text{ MPa}}{175.375 \text{ MPa}}$$

$$\mathbf{f_s = 1.4255}$$

3. Resultados

Al conservar las proporciones iniciales se observó un espacio reducido para ubicar la lata. Al escalar las medidas en búsqueda de cubrir un mayor número de productos enlatados del mercado, se encontró que el

mango o palanca era muy corto, por lo que se requería una fuerza alta para cumplir con su función. Lo anterior conllevó a realizar el cálculo necesario para la compresión de la lata arrojando una fuerza de 343.35 [N] y una reducción de la fuerza ejercida del 13,206 [N] por cada centímetro que se aumenta longitudinalmente el mango o palanca. Por lo tanto, este se alargó 13 [cm] para obtener un total de 39 [cm] de longitud, logrando una reducción del 25,7% de la fuerza inicial, sin perder lo que realmente necesita el mecanismo para aplastar la lata, dando como resultado una fuerza ejercida por el usuario de 255 [N].

La contribución principal del proyecto se presenta como una prensa manual capaz de aplastar latas una a una, ayudando a las personas que trabajan diariamente reciclando; con el fin de cambiar los movimientos físicos realizados para aplastar una de estas latas y reducir significativamente el esfuerzo empleado para esto y la aumentando significativamente la cantidad. Esta contribución muestra cómo las restricciones repentinas llevaron a la implementación de un concepto digital y virtual en la enseñanza de la gestión de proyectos para estudios de ingeniería mecánica.

4. Discusión

Al analizar los resultados proyectados por los cálculos se aprecia que a mayor longitud de la barra AB del mecanismo, menor es la fuerza requerida para el aplastamiento.

Por otro lado, se puede disminuir el área transversal del eslabón para que la carga sea solo un poco mayor a la fuerza ejercida en el mecanismo. De esta manera se ve reflejado el factor de seguridad con un valor mayor a la unidad.

5. Conclusiones

Según los análisis matemáticos realizados para verificar el funcionamiento teórico de la prensa, se concluyó con que esta cumple con las especificaciones necesarias para aplastar cada lata, con las dimensiones correctas que proporcionan una fácil utilización del mecanismo, disminuyendo la fuerza que requiere el usuario para comprimir todo tipo de lata de cierto tamaño.

Se obtiene un diseño atractivo que además es viable económicamente para un proyecto de aula, debido al hecho de utilizar recursos reciclados de fácil adquisición.

Como proyecto de aula estudiantil, ayuda al estudiante de ingeniería a experimentar el diseño y construcción de mecanismos que sirvan para la solución de problemas y ayuden así a relacionar los conocimientos adquiridos durante su formación con el empleamiento de los mismos en casos reales.

6. Referencias

- [1] PÉREZA, Allen Jeannette De León, et al. Diseño de una prensa para comprimir latas de aluminio. *Ciencia en la frontera*, p. 97. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.2231&rep=rep1&type=pdf#page=97>
- [2] RAMÍREZ, A. M., FERNÁNDEZ, R. M., COLORADO, E. M., & BÁEZ, A. G. (2021). DISEÑO DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE LATAS DE ALUMINIO PARA MINIMIZAR LA CONTRIBUCIÓN DEL PREDIAL EN EL MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA, VER. *INNOVACIÓN PRODUCTIVA*, 71. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Luis-Sandoval-Herazo-2/publication/357635374_BACTERIAS_BENEFICAS_EN_AGUAS_RESIDUALES_PORCINAS_TRATADAS_EN_HUMEDALES_ARTIFICIALES/links/61d7432ad45006081692ad10/BACTERIAS-BENEFICAS-EN-AGUAS-RESIDUALES-PORCINAS-TRATADAS-EN-HUMEDALES-ARTIFICIALES.pdf#page=76
- [3] Merino, M. & Pérez, J. (2010). Definición de prensa. Disponible en: <https://definicion.de/prensa/>
- [4] Okolie, P. C., Obika, E. N., Oluwadare, B. S., Ezenwa, O. N., & Udensi, C. S. (2020). Steel work design and analysis of a 40-ton constant temperature hydraulic press. *Heliyon*, 6(9), e04783.
- [5] Kaliyan, N., Morey, R. V., & Schmidt, D. R. (2013). Roll press compaction of corn stover and perennial grasses to increase bulk density. *Biomass and Bioenergy*, 55, pp. 322–330. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.02.031>
- [6] Silvala, K., Mukherjee, R. K., & Bhole, N. G. (1993). A preliminary study of the extraction of rice salvo oil in a manual or hydraulic press. *food engineering magazine*, 20, pp. 215-222. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(93\)90065-R](https://doi.org/10.1016/0260-8774(93)90065-R)
- [7] Tsuru, H. (1990). Development of a direct electric drive press for powder compaction. *metal dust report*, 45, pp. 267-268. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0026-0657\(10\)80052-9](https://doi.org/10.1016/S0026-0657(10)80052-9)
- [8] Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2012). Diseño en ingeniería mecánica de shigley. McGRAW-HILL. Novena edición. pp 175-176,202,379,414,986 - 987,1004

[9] Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2010). *Mecánica de materiales* (No. TA405. B43 1994.). Mc Graw Hill.

[10] Murty, KL, Mathew, MD, Wang, Y., Shah, VN y Haggag, FM (1998). Determinación no destructiva de las propiedades de tracción y tenacidad a la fractura del acero A36 trabajado en frío. *Revista internacional de recipientes a presión y tuberías*, 75 (11), 831-840.

[11] Manrique, A. (2015). Acero Estructural A36. *Pengaruh Harga Diskon Dan Persepsi Produk Terhadap Nilai Belanja Serta Perilaku Pembelian Konsumen*, 7(9), 27–44.

[12] Zill, D. G., & Wright, W. S. (2014). Cálculo de una variable: trascendentes tempranas (No. 515.33 Z651c Ej. 1 025039). McGraw-Hill.

[13] Beer, F. P., Johnston, E. R., Eisenberg, E. R., & Sarubbi, R. G. (1967). *Mecánica vectorial para ingenieros* (No. 968-422-565-2. 04-A1 LU. CG-12.). McGraw-Hill.

[14] Mott, R. (2016). *Diseño de elementos de máquinas*. Pearson educación. Cuarta edición. pp 229

[15] Celis, C. A. (2015). Estudio sobre el esfuerzo cortante promedio a la resistencia máxima de sistemas estructurales de concreto reforzado. pp 5.