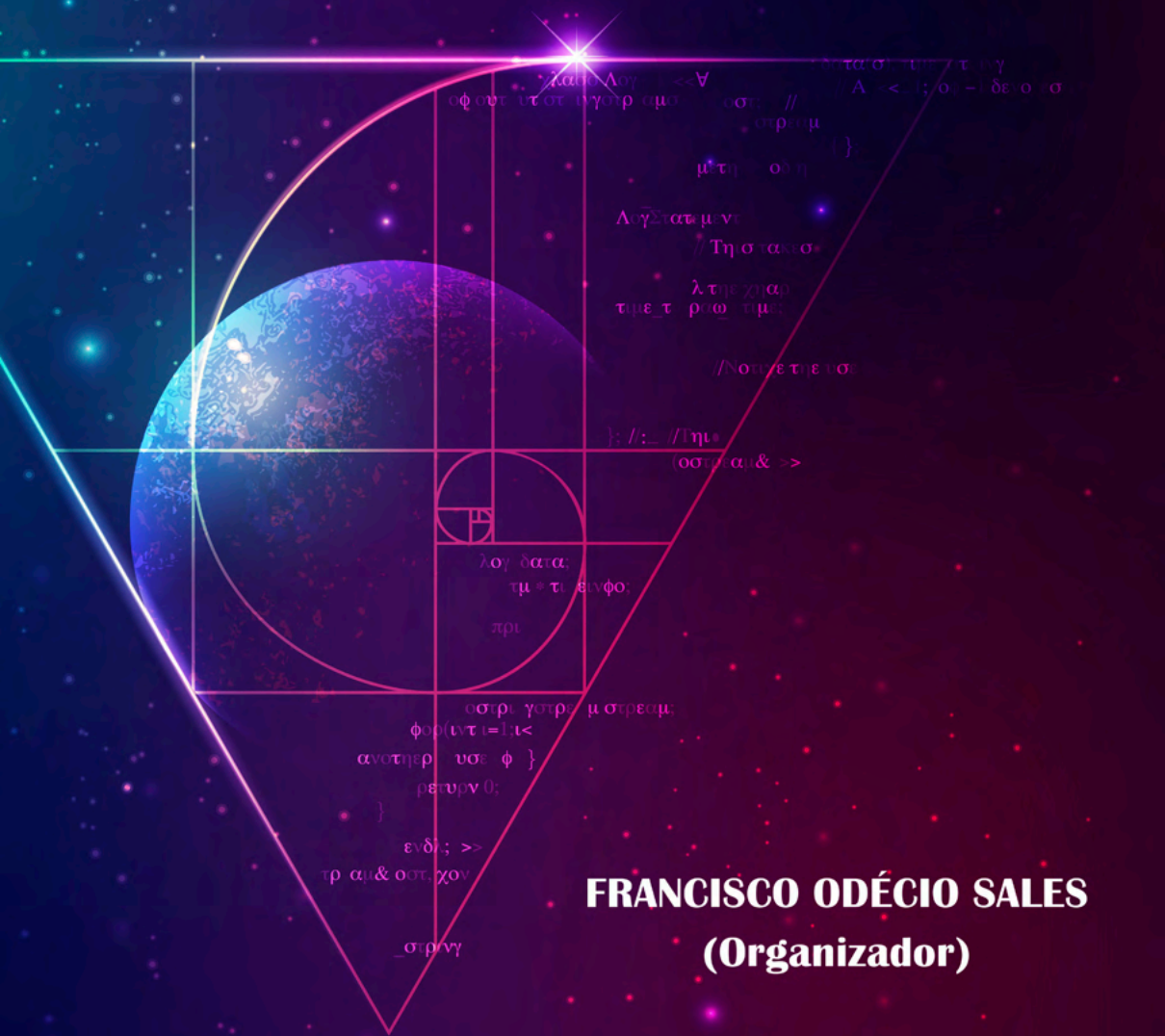


CIENCIAS EXACTAS Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción



FRANCISCO ODÉCIO SALES
(Organizador)

CIENCIAS EXACTAS Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción



**FRANCISCO ODÉCIO SALES
(Organizador)**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exatas y de la tierra: observación, formulación y predicción

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas y de la tierra: observación, formulación y predicción / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-908-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.087220703>

1. Ciências exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Ciencias exactas y de la tierra: Observación, formulación y predicción” aborda uma série de publicações da Atena Editora apresenta, em seus 6 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino, pesquisa e inovação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, essa obra é dedicada aos trabalhos relacionados a pesquisa e inovação. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APLICACIÓN DE LA BIOMASA DEL HONGO *Aspergillus niger* PARA LA REMOCIÓN DE MERCURIO EN SOLUCIÓN


Ismael Acosta Rodríguez
Nancy Pacheco Castillo
Adriana Rodríguez Pérez
Juan Fernando Cárdenas González
Víctor Manuel Martínez Juárez
Francisco Navarro Castillo
Erika Enríquez Domínguez
Juana Tovar Oviedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207031>

CAPÍTULO 2..... 14

CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN CENTRO DE LA MESETA P'URHÉPECHA


Silvano. Velázquez Roque
Miguel Ángel. Madrigal Cardiel.
Ulises. Zurita Luna
Juan. Damián Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207032>

CAPÍTULO 3..... 25

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOLINO COMPACTO PARA POLIETILENO TEREFTALATO


Miguel Ángel Madrigal Cardiel
Silvano Velázquez Roque
Jesús Maldonado Paleo
Ulises Zurita Luna
Juan Damián Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207033>

CAPÍTULO 4..... 38

MEDICIÓN DE PROPIEDADES MECANO-ELÁSTICAS (DENSIDAD Y GROSOR) EN PLACAS DELGADAS CON USO DE EFECTO FOTOACÚSTICO

Nestor Antonio Flores Martínez
Valentín Guzmán Ramos
Romeo de Jesús Selvas Aguilar
José Valentín Guzmán
Arturo Alberto Castillo Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207034>

CAPÍTULO 5..... 52

MODELACIÓN DE PATRONES DE VEGETACIÓN CON ECUACIONES NO LINEALES UTILIZANDO LOS MODELOS HARDENBERG Y LEFEVER

Rebeca Franco


Marco A. Morales
José I. Rodríguez-Mora
Ricardo Agustín-Serrano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207035>

CAPÍTULO 6..... 65

UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS BOTÂNICOS DE FOLHAS DE LARANJA (*Citrus sinensis* L), SOBRE AS FORMIGAS CORTADEIRAS (*Atta sexdens sexdens*) EM CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Antônio Geilson Matias Monteiro
Adriana Dantas Gonzaga de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207036>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 73

ÍNDICE REMISSIVO..... 74

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOLINO COMPACTO PARA POLIETILENO TEREFALATO

Data de aceite: 01/03/2022

Miguel Ángel Madrigal Cardiel

Dr. En Ciencias de la Educación
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha,
División de Ingeniería Industrial
Cherán, Michoacán

Silvano Velázquez Roque

Maestro en Ciencias en la Ingeniería Física
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha,
División de Ingeniería Industrial
Cherán, Michoacán

Jesús Maldonado Paleo

Maestro en Ingeniería Eléctrica
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha,
División de Ingeniería Biomédica
Cherán, Michoacán

Ulises Zurita Luna

Maestro en Ciencias en Ingeniería química
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha,
División en Energías Renovables
Cherán Michoacán

Juan Damián Hernández

Ingeniero Industrial.
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha,
División de Ingeniería Industrial
Cherán, Michoacán

RESUMEN: En este trabajo, se presenta el diseño de un molino compacto para triturar envases de polietileno tereftalato (PET), con el objetivo de que en una siguiente etapa se pueda implementar de manera física y hacer frente a la problemática que se tiene por la generación y uso excesivo de este tipo de envases, que si bien es cierto ofrece una gran ventaja para el envasado de bebidas, cuando no se les da un buen tratamiento se convierten en residuos que constituyen focos importantes de contaminación. Dentro del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha (ITSP), se observa la presencia de estos residuos en un promedio de 5Kg diarios, a pesar de la implementación de la normativa NOM-ISO14000, por tal motivo se pensó en una solución para dar un tratamiento integral a estos residuos, siendo la primera etapa el diseño del molino, debido a que en la actualidad solo existen molinos o trituradoras de gran escala cuya adquisición es costosa. Por otro lado, en el mercado existen gran variedad de paquetes computacionales para el dibujo de piezas mecánicas, como por ejemplo el Autocad, sin embargo se optó por el uso del software SolidWorks, porque además de que permitió el dibujo de las piezas mecánicas de una manera relativamente sencilla, también brindó la opción de realizar un ensamble entre ellas, así como realización de cálculos de elemento finito, observando de esta manera las condiciones de operación del molino, permitiendo así contar con una validación del diseño, lo cual servirá para su implementación física. Los materiales utilizados en el diseño, son de uso convencional y de fácil adquisición y por su tamaño puede resultar económicamente accesible para su

implementación dentro del ITSP o bien en alguna otra institución educativa pública o privada.

PALABRAS CLAVE: Solidworks, Molino, Pet, Diseño, Simulación.

ABSTRACT: In this work, the design of a compact mill to crush polyethylene terephthalate (PET) containers is presented, with the objective that in a next stage it can be implemented physically and face the problems that exist due to the generation and excessive use of this type of packaging, which, although it is true, offers a great advantage for the packaging of beverages, when they are not properly treated, they become waste that constitutes major sources of contamination. Within of Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha (ITSP), the presence of these residues is observed in an average of 5Kg per day, despite the implementation of the NOM-ISO14000 regulation, for this reason a solution was thought to give a treatment integral to these residues, the first stage being the design of the mill, since at present there are only large-scale mills or crushers whose acquisition is expensive. On the other hand, in the market there are a great variety of computer packages for the drawing of mechanical parts, such as Autocad, however, the use of SolidWorks software was chosen, because in addition to allowing the drawing of mechanical parts relatively simple way, it also offered the option of making an assembly between them, as well as carrying out finite element calculations, thus observing the operating conditions of the mill, thus allowing a design validation, which will serve for its implementation physical. The materials used in the design are of conventional use and easy to acquire, and due to their size, they can be economically accessible for implementation within the ITSP or in some other public or private educational institution.

KEYWORDS: SolidWorks, Mill, Pet, Design, Simulation.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al diseño de un molino compacto para triturar envases de polietileno tereftalato (PET). Entendiendo el diseño en ingeniería como “el proceso de aplicación de varias técnicas y principios científicos, con la finalidad de definir un dispositivo, un proceso o un sistema, con el detalle suficiente que permita su realización”[1]. La simulación en el software SolidWorks permite “someter fácilmente sus diseños a las mismas condiciones a las que se expondrán en el mundo real, permitiendo mejorar la calidad de sus productos, optimizar las geometrías y materiales, y además reducir costos tanto en tiempo como en el ahorro de prototipo para pruebas reales”[2]. El tereftalato de polietileno (PET) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles [3]. Estos envases de PET son los que se presentan en la mayoría de las bebidas azucaradas que tienen una gran demanda en el mercado. El problema del plástico PET es que su producción es muy alta, y su reciclaje o reutilización se considera demasiado baja.

En la actualidad sólo existen molinos industriales de gran capacidad y en consecuencia son de gran tamaño y costosos. Se pretende que el molino sea de bajo costo, comparado con los molinos comerciales, además de que los materiales utilizados serán accesibles y fácil de conseguir en el mercado, así como las partes de la máquina tienen una

forma geométrica sencilla y fácil de construir.

El objetivo principal de este trabajo es la simulación del diseño mecánico de un molino de bajo costo para triturar envases o botellas de PET, provenientes del Instituto Tecnológico Superior P'urhépecha (ITSP). Debido a que, en la institución, se genera gran cantidad de botes de plástico que provienen de productos alimenticios (agua, jugos, refrescos, etc.) una vez que se han utilizado, los depositan en los botes de separación para su posterior venta o en su defecto tirarlos hacia a la basura. Al igual que en el instituto existen otras instituciones con el mismo problema anteriormente mencionado, el desperdicio del PET. Para lograr el objetivo se recurren a las siguientes etapas del diseño; caracterización de las propiedades mecánicas del PET; propuestas de diseños; realizar el diseño más óptimo y crear la simulación en el software SolidWorks. Como el proyecto es ambicioso quedaría pendiente la fabricación de la máquina y la evaluación de ésta en otro momento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se empleó para esta investigación fue el proceso de diseño de Robert L. Norton [1]. Este proceso consta de diez pasos que se muestran en la tabla 1. En este trabajo solo se desarrolló hasta el proceso 8. El proceso 9 y 10 se realizará en otra etapa de la investigación, que no está contemplada en el presente trabajo.

Tabla 1	El proceso de diseño
1	Identificación de la necesidad
2	Investigación preliminar
3	Planteamiento de la meta
4	Especificaciones de funcionamiento
5	Síntesis
6	Análisis
7	Selección de la solución
8	Diseño detallado
9	Prototipos y pruebas
10	Producción

Tabla 1. El proceso de diseño [1].

El paso inicial, identificación de la necesidad, normalmente consiste en un planteamiento del problema vago y escueto. Para este caso fue el no aprovechamiento de los envases de PET, provenientes de la institución.

En el paso dos, investigación preliminar, se definió y se entendió por completo el

problema a resolver, así como también se investigó de los molinos actuales en el mercado, y se llegó a la conclusión de que solo existen de gran tamaño y en consecuencia son costosos.

En el paso tres, planteamiento de la meta, se definió que la máquina debía de ser de medidas compactas, que los materiales se pudieran conseguir fácilmente en el mercado y como consecuencia se obtiene un molino cuyas características no se encuentran en los molinos del mercado actual.

En el paso cuatro, especificaciones del funcionamiento, se define lo que el sistema debe hacer. Para esta investigación fue que la máquina entregue como producto final escamas de PET, para su posterior utilización.

En el paso cinco, síntesis, es dónde se encontraron los enfoques de diseño alternativos que fueron posibles. Es donde se generó el mayor número de soluciones creativas. También se denomina el paso de ideación e invención —aquí se generó el mayor número viable de soluciones creativas.

En el paso seis, análisis, se aplicaron técnicas de análisis por medio del elemento finito en el software SolidWorks, principalmente la Teoría de Von Mises-Hencky o de energía de distorsión, que es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

La tensión de Von Mises puede calcularse a partir de las tensiones principales del tensor tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$U = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_3)] \quad (1)$$

Donde:

U , es la densidad de energía de deformación.

E , es el módulo de Young o elasticidad.

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, son los esfuerzos principales.

ν es la razón de Poisson.

El esfuerzo efectivo de Von Mises σ' se define como el esfuerzo de tensión uniaxial que crearía la misma energía de distorsión que la combinación real de los esfuerzos aplicados [1].

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \quad (2)$$

La ecuación (2) también, se puede escribir como.

$$S_y = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \quad (3)$$

Donde:

S_y , es el esfuerzo de fluencia del material.

Para el esfuerzo bidimensional, $\sigma_2=0$ y la ecuación (3) se reduce a

$$S_y = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_3 + \sigma_3^2} \quad (4)$$

La ecuación bidimensional de la energía de distorsión (4) describe una elipse, la cual, al graficarse sobre los ejes σ_1 , σ_3 , queda como la de la figura 1. El interior de esta elipse define la región segura contra la fluencia bajo carga estática, para los esfuerzos biaxiales combinados [1]. Bajo esta teoría es que se analizaron las cuchillas o cortadores del molino, para no sufrir ruptura.

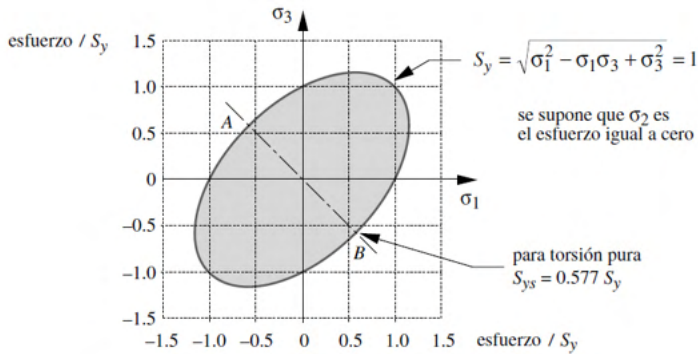


Figura 1. Elipse normalizada de la energía de distorsión bidimensional, para la resistencia a la fluencia del material [1].

En el paso siete, selección de la solución, cuando el análisis técnico indica que se tienen algunos diseños potencialmente factibles, se debe seleccionar el mejor disponible para un diseño detallado, creación de prototipo y pruebas. El proceso de selección casi siempre implica un análisis comparativo de las soluciones de diseño disponibles [4]. Se realizó la comparación de diferentes diseños de cuchillas y se seleccionaron las más óptimas en cuanto a diseño y su resistencia a la falla.

En el paso ocho, diseño detallado. Este paso en general incluye la creación de un conjunto completo de dibujos de ensamble detallados, o archivos de diseño asistido por computadora (CAD), por cada pieza utilizada en el diseño. Cada dibujo detallado debe especificar todas las dimensiones y las especificaciones de material necesarias para fabricar la pieza. Con estos dibujos (o archivos CAD) se necesita construir un modelo (o modelos) de prototipos para experimentos físicos [4]. Aquí se definieron las especificaciones técnicas del molino compacto, por ejemplo, la potencia del motor eléctrico, la transmisión de potencia por medio de poleas, diseño de poleas, tipo de bandas, el diseño de las cuchillas en el interior del molino, el tipo de material de nuestras cuchillas, y el tipo de base para sentar el molino.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Partes de la máquina del molino

A continuación, se muestran las principales partes de la máquina del molino para triturar PET. La figura 2a, representa la vista frontal del juego de cuchillas, estas forman una figura tipo rehilete, el diámetro exterior es de 123 mm. El cuadro en el interior es de lado de 25 mm. El ángulo de la cuchilla forma 45° , debido a que, a ese valor, es cuando tenemos el cortante máximo. El espesor de las cuchillas es de 6.4 mm. Existe un separador entre cada cuchilla que tiene un diámetro de 50 mm y en su interior tiene también un cuadrado, que mide cada lado de 25 mm. En la figura 2b, se muestra la vista superior donde van montadas las cuchillas y los separadores, en total tenemos 32 cuchillas y 33 separadores, como consecuencia tiene una longitud de 363.20 mm. Por último, la figura 2c, representa la vista isométrica del juego de cuchillas principales.

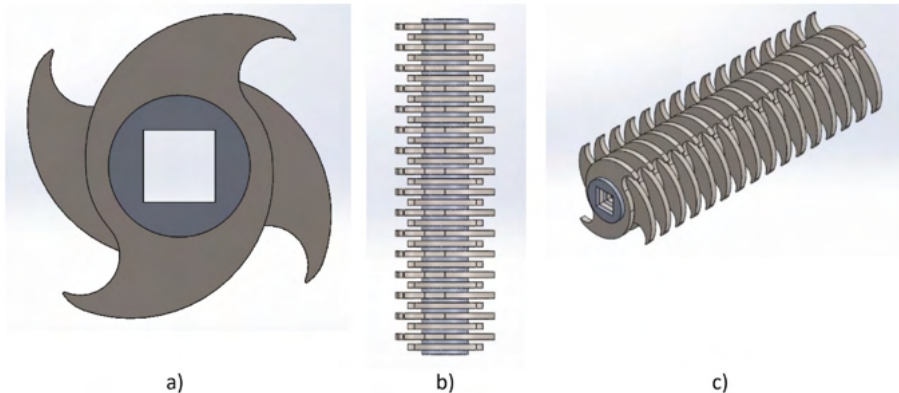


Figura 2. Juego de cuchillas principales.

La figura 3a, representa la vista frontal del juego de cuchillas base, tenemos una longitud de 148 mm y una altura de 50 mm. El espesor de las cuchillas es de 6.4 mm. Existe un separador entre cada cuchilla que tiene un espesor de 6.4 mm. En la figura 3b, se muestra la vista superior donde van montadas las cuchillas base y los separadores, en total tenemos 33 cuchillas y 32 separadores, como consecuencia tiene una longitud de 366.40 mm. Por último, la figura 3c, representa la vista isométrica del juego de cuchillas base.

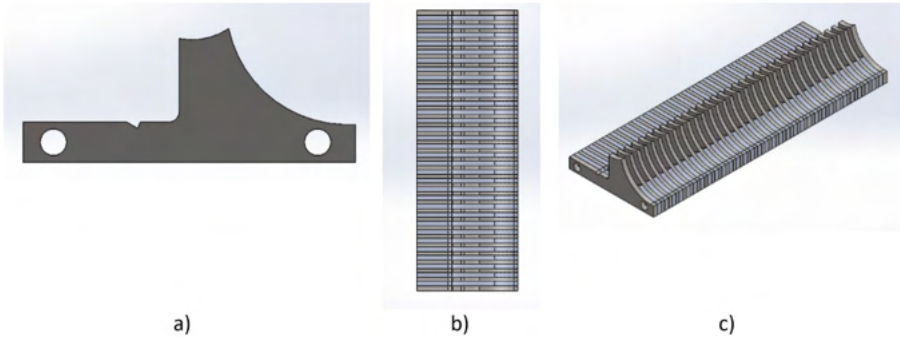


Figura 3. Juego de cuchillas base.

La figura 4a, representa la vista frontal de la caja cortadora, tenemos una dimensión de largo de 196 mm por 132 mm de alto. En la figura 4b, se muestra la vista superior de la caja junto con el eje de transmisión, este tiene una longitud de 789 mm. Por último, tenemos la figura 4c, que nos representa la vista isométrica de la caja cortadora y el eje de transmisión.

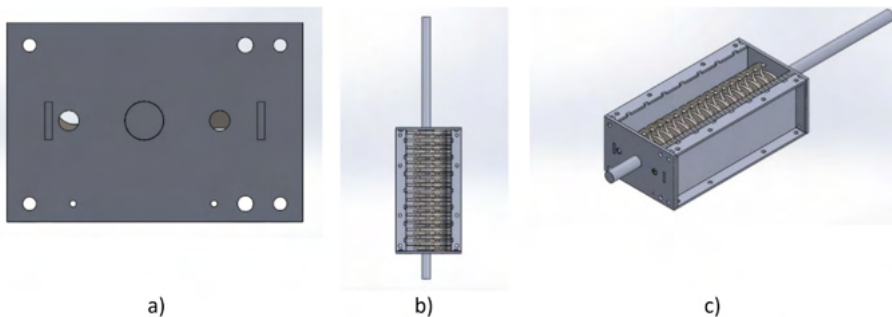


Figura 4. Armado de la caja cortadora.

En la figura 5, tenemos la base o mesa de soporte, dónde está montada la caja cortadora. La figura 5a, nos muestra la vista frontal, con dimensiones de largo 400 mm y de alto 1000 mm. En la figura 5b, se muestra la vista lateral de la mesa de soporte, con dimensiones de 850 mm por 1000 mm. Por último, tenemos la figura 5c, que nos representa la vista isométrica de la mesa de soporte.

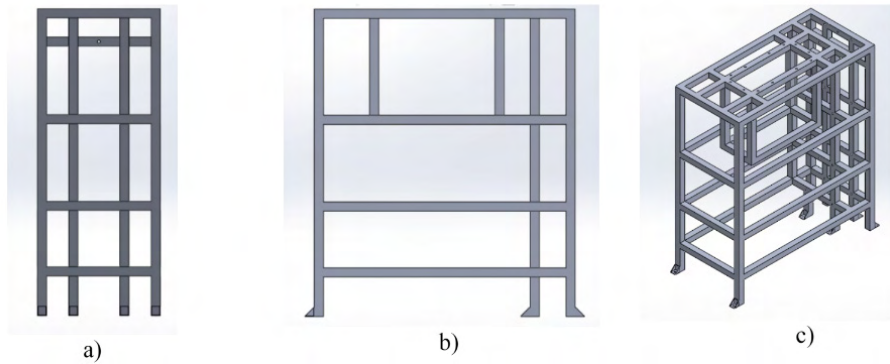


Figura 5. Mesa de soporte.

En la figura 6, tenemos las vistas principales representativas del molino compacto. La figura 6a, representa la vista posterior, donde se puede observar el conjunto de poleas, chumaceras, tolva de seguridad, mesa de soporte y las bandas de transmisión, para el funcionamiento de la máquina. En la figura 6b, se observa la vista superior y por último la figura 6c, muestra la vista isométrica del molino compacto para triturar PET.

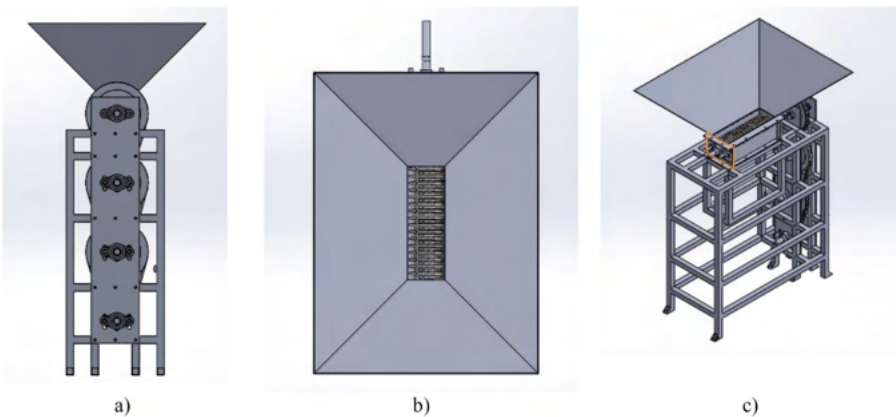


Figura 6. Molino compacto para triturar PET.

Material

El material que se utilizará para construir las cuchillas principales del molino triturador de PET, es el acero inoxidable 316L, debido a que se realizó un estudio de análisis electroquímico de diferentes aceros inoxidables 416, 304 y 316L, siendo éste el que tuvo mejor comportamiento.

A continuación se muestra la comparación del comportamiento anódico de los aceros inoxidables 416, 304 y 316L.

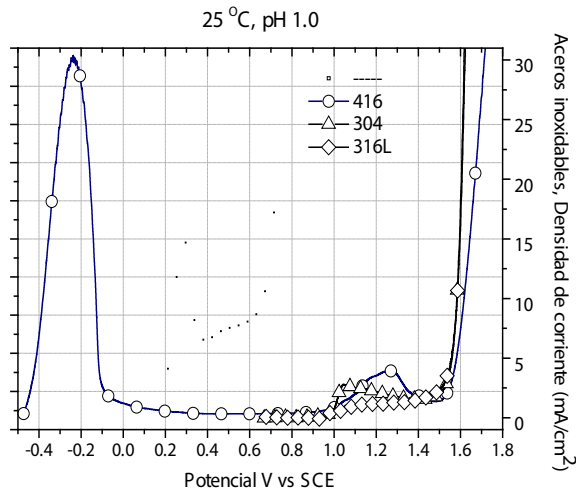


Figura 7. Potencial V vs SCE.

La figura 7, muestra las diferentes curvas del comportamiento anódico de tres aceros inoxidable, 416, 304 y 316L. Donde se observa el potencial aplicado en muestras de diferentes aceros sumergidos en una solución de H₂O-H₂SO₄, pH 1.0, Temperatura ambiente 20°C. También es posible observar la densidad de corriente y las zonas activo-pasivo-transpasivo de las tres curvas.

Generación del Código “G”

Se realizó el código G de la cuchilla principal por medio del software Aspire.

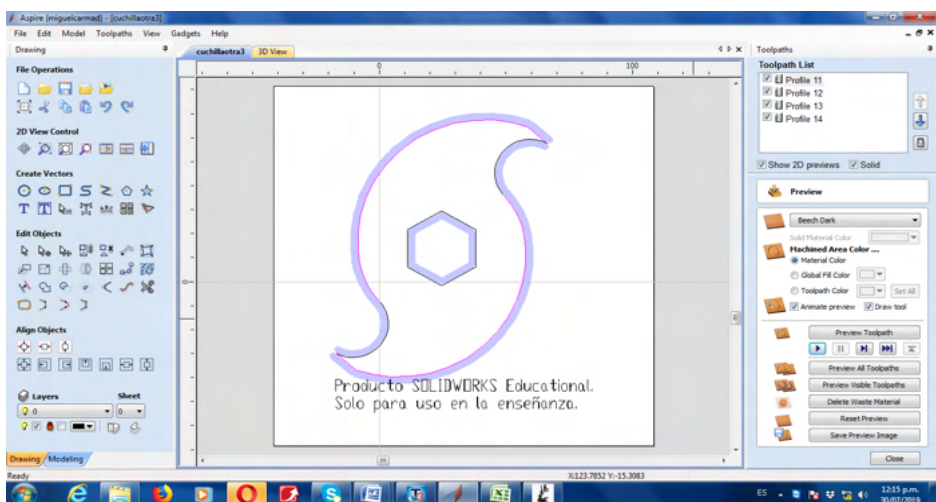


Figura 8. Generación del código G, en el software Aspire.

Este es el código G de la cuchilla principal.

NOG90 N10(End Mill (0.25 inch)) N20M6T1 N30M3 S12000 N40G0 X-0.3975 Y0.5520 Z0.2362 N50G1 Z-0.0984 F30.0 N60G3 X-0.0490 Y-0.3578 I0.9642 J0.5520 F100.0 N70G0 Z0.2362 N80G0 X-0.3975 Y0.5520 N90G1 Z-0.1969 F30.0 N100G3 X-0.0490 Y-0.3578 I0.9642 J0.5520 F100.0 N110G0 Z0.2362 N120G0 X-0.7230 Y-1.2159 N130G1 Z-0.0984 F30.0 N140G1 X-0.4057 Y-1.4933 F100.0 N150G0 Z0.2362 N160G0 X-0.7230 Y-1.2159 N170G1 Z-0.1969 F30.0 N180G1 X-0.4057 Y-1.4933 F100.0 N190G0 Z0.2362 N200G0 X-0.3853 Y-1.5052 N210G1 Z-0.0984 F30.0 N220G3 X2.3258 Y0.5562 I0.2910 J0.4189 F100.0 N230G0 Z0.2362 N240G0 X-0.3853 Y-1.5052 N250G1 Z-0.1969 F30.0 N260G3 X2.3258 Y0.5562 I0.2910 J0.4189 F100.0	N270G0 Z0.2362 N280G0 X2.3259 Y0.5520 N290G1 Z-0.0984 F30.0 N300G3 X1.9775 Y1.4617 I0.9642 J0.5520 F100.0 N310G0 Z0.2362 N320G0 X2.3259 Y0.5520 N330G1 Z-0.1969 F30.0 N340G3 X1.9775 Y1.4617 I0.9642 J0.5520 F100.0 N350G0 Z0.2362 N360G0 X2.6514 Y2.3198 N370G1 Z-0.0984 F30.0 N380G1 X2.3341 Y2.5972 F100.0 N390G0 Z0.2362 N400G0 X2.6514 Y2.3198 N410G1 Z-0.1969 F30.0 N420G1 X2.3341 Y2.5972 F100.0 N430G0 Z0.2362 N440G0 X2.3137 Y2.6091 N450G1 Z-0.0984 F30.0 N460G3 X-0.3974 Y0.5477 I1.6375 J0.6850 F100.0 N470G0 Z0.2362 N480G0 X2.3137 Y2.6091 N490G1 Z-0.1969 F30.0 N500G3 X-0.3974 Y0.5477 I1.6375 J0.6850 F100.0 N510G0 Z0.2362 N520M30
---	---

Tabla 2. Código G de la cuchilla principal.

A continuación, se muestran los análisis que se realizaron por medio del elemento finito, mediante el software SolidWorks. En la figura 9. Se encuentra el análisis de Tensión de Von Mises. Se puede observar que las cuchillas no están en riesgo de fracturarse, debido a que el máximo esfuerzo que tienen es de $1.586E8$ (N/m²) y el límite elástico del material de la cuchilla, que es de acero inoxidable 316L es de $1.7E8$ (N/m²). Se puede decir que se tiene un factor de seguridad de 6.7%, usando las cuchillas en su condición.

Nombre del modelo:cuchillaotra3
Nombre de estudio:Análisis estático 1{-Predeterminado-}
Tipo de resultado:Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1

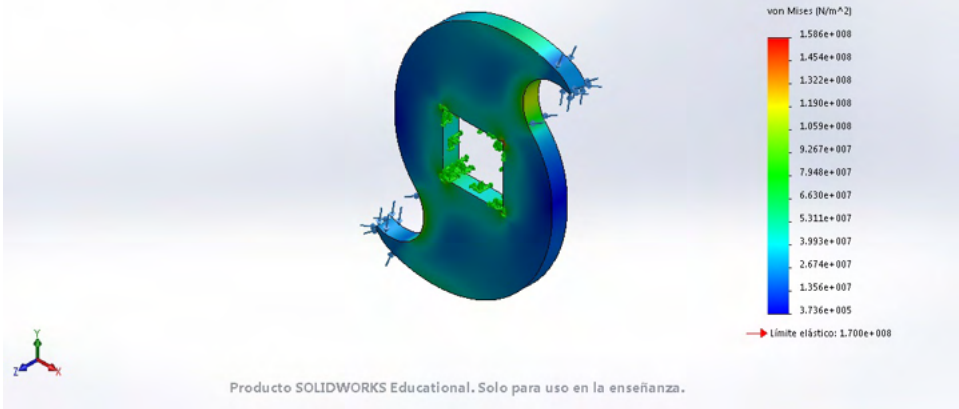


Figura 9. Análisis de Tensión de Von Mises.

En la figura 10. Se muestra el análisis de desplazamientos resultantes, se puede observar que el máximo desplazamiento resultante, se encuentra en la parte del filo de la cuchilla, que es de 0.0391547 mm, pero este desplazamiento no es significativo para nuestro diseño, debido a que no alcanza ni un milímetro, por lo tanto no afectaría con las tolerancias establecidas en el diseño.

Nombre del modelo:cuchillaotra3
Nombre de estudio:Análisis estático 1{-Predeterminado-}
Tipo de resultado:Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 312.438

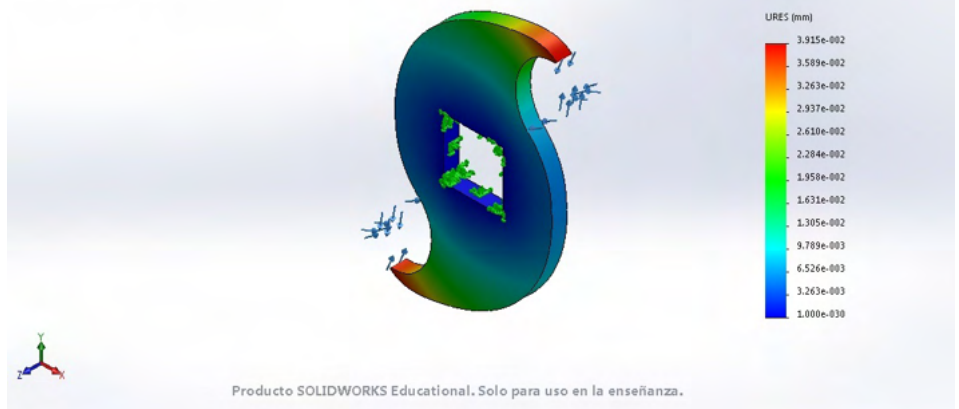


Figura 10. Análisis de desplazamientos resultantes.

CONCLUSIONES

El uso de materiales poliméricos en la sociedad actual a crecido en forma exponencial, debido a la producción y uso. Sin embargo la utilización de polímeros, ha llevado a la sociedad a generar un gran problema de contaminación, particularmente el Polietileno de Teraftalato (PET). Para ello se vio la necesidad de diseñar y modelar un molino compacto con el programa SolidWorks.

Se desarrollaron todos los elementos de máquina del molino a través del programa SolidWorks, desde el inicio hasta el ensamble de cada uno de ellos. Se puede observar que no hay interferencia en cuanto a las partes que componen la máquina, lo que significa que, en la construcción en físico, no debería tener ningún problema en su funcionamiento.

Se obtuvo una gráfica del comportamiento anódico de diferentes aceros inoxidables, para la fabricación de las cuchillas, se determinó que, el acero 316L es el mejor material, debido a su resistencia electroquímica.

Se generó el código "G" para la fabricación de las cuchillas, en el software Aspire. Una vez que se realicen en físico, las cuales se van a realizar en una fresadora de control numérico. Los código se adaptaron para trabajar en una fresadora ExperMill VMC-0600.

Se realizó el análisis del elemento finito de las cuchillas en el software SolidWork, los análisis que se realizaron fueron el de Tensión de Von Mises y de Desplazamientos resultantes, en ninguno de los dos análisis existieron problemas, debido a que no se superó el límite elástico del material y también el desplazamiento resultante fue menos de medio milímetro.

En la actualidad podemos realizar el diseño y la simulación de una máquina, antes de realizarla en físico, esto nos ahorra bastante tiempo y dinero. Se puede asegurar que una vez fabricada, funcionará adecuadamente debido a que ya se realizó la simulación con los modelos o teorías adecuadas.

REFERENCIAS

[1] Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas. Un enfoque integrado*. México: Pearson Educación.

[2] Rodríguez Vidal, C. (2015). *Diseño mecánico con SolidWorks 2015*: RA-MA Editorial.

[3] Wikipedia. (2021). *Tereftalato de polietileno*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno

[4] Norton, R. L. (1999). *Diseño de Máquinas*. México: Pearson Educación.

[5] Cornish Álvarez, M. (1997). *El ABC de los plásticos*. México: Pearson Educación. Universidad Iberoamericana.

[6] Cadena, F., & Quiroz, F. (2000). *Manual de reciclaje de plásticos*. Quito Ecuador: Corporación Oikos.

[7] Hernández, R., & Fernández, C. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.

[8] Shigley, J.E. (1990). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. México: McGraw-Hill.

[9] Mott, R.L. *Diseño de Elementos de Máquinas*. México: Prentice Hall.

[10] Askeland, D.R., & Wright, W.J. (2000). *Ciencia E Ingeniería de Los Materiales*. México: CENGAGE Learning.

[11] Gómez, Sergio. (2020). *El Gran Libro de Solidworks® Simulation*. México: Alfaomega, Marcombo.

[12] Beer, F.P. (2009). *Mecánica de Materiales*. México: McGraw-Hill Educación.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arsénico 11, 13, 15, 16, 21, 22

Aspergillus niger 1, 2, 5, 12, 13

B

Biomasa 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

C

Calidad del agua 14, 15, 16, 17, 18, 22, 24

Controle alternativo 65

D

Densidad 28, 33, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 59

Desertification 52, 53, 63

Diseño 25, 26, 27, 28, 29, 35, 36, 37, 39, 46

Dureza 14, 15, 16, 18, 19, 23, 24

E

Ecohydrology 53, 62

Efecto fotoacústico 38, 39, 49, 50

G

Grosor 38, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49

H

Hoja metálica 38

I

Insetos pragas 65

L

Láser rojo 38

Ley de Hook 38

M

Mercurio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15

Molino 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 36

P

Pet 25, 26, 27, 28, 30, 32, 36

Plomo 13, 15, 16, 21, 22

R

Remoción 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11

S

SDT 14, 15, 20, 23

Simulación 25, 26, 27, 36, 38, 44, 46, 56

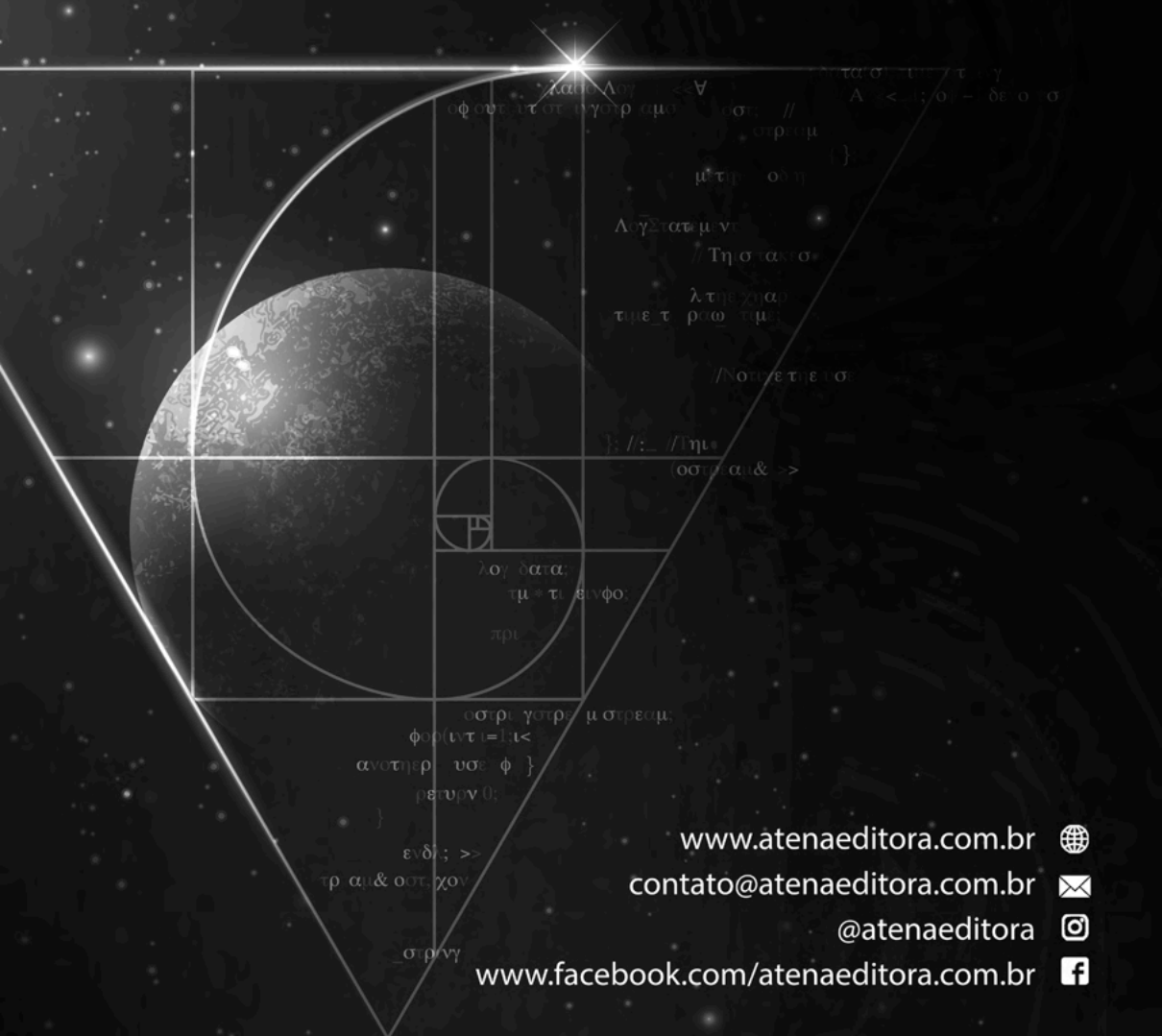
Solidworks 26


V


Vegetation-patterns 53


CIENCIAS EXACTAS Y DE LA TIERRA:


Observación, formulación y predicción



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

CIENCIAS EXACTAS Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción



λογιστική < > < > < > < > < > < > < > < >
οφθαλμοσκοπία // < > < > < > < > < > < > < > < >
σύνθετο
μέτρο οφθαλμοσκοπίας

Λογιστική μετρήσεων
// Τηλεμετρική
Λογιστική μετρήσεων
// Τηλεμετρική

// Νόμος της τριγωνομετρίας
// Τηλεμετρική
// Τηλεμετρική

λογιστική μετρήσεων

πρι

οφθαλμοσκοπία μετρήσεων

φωτομετρία < > < > < > < > < > < > < > < >

ανωπυρκαχιά φ

ρεγούθ

}

ενδι; >>

τραμ & οφθαλμοσκοπία

_σύνθετο

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

www.facebook.com/atenaeditora.com.br