

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PACHUCA

SIMPOSIO IBEROAMERICANO MULTIDISCIPLINARIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

SEPTIEMBRE 2019



**SIMPOSIO IBEROAMERICANO
MULTIDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS E INGENIERÍAS**

27 DE SEPTIEMBRE 2019

SIMPOSIO IBEROAMERICANO MULTIDISCIPLINARIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS.- Año 7, No. 7. SEPTIEMBRE 2019.
Es una publicación anual, editada por la Universidad Politécnica de Pachuca, Carretera Pachuca-Cd. Sahagún Km. 20 Ex Hacienda de Santa Bárbara, Municipio de Zempoala, estado de Hidalgo, CP. 43830, Tel: 01-771-5477510, www.upp.edu.mx, marcovera@upp.edu.mx
Editor responsable UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PACHUCA, Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-102511083900-203 e ISSN 2594-1097. Ambos otorgados por el INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR. Responsable de la última actualización de este número DR. FRANCISCO RAFAEL TREJO MACOTELA, Dirección de Investigación, Innovación y Posgrado de la Universidad Politécnica de Pachuca, Carretera Pachuca-Cd. Sahagún Km. 20 Ex Hacienda de Santa Bárbara, Municipio de Zempoala estado de Hidalgo, CP. 43830, Tel 01-771-5477510. Fecha de última modificación 30 de septiembre de 2019. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Politécnica de Pachuca.

Directorio

Directiva

LIC. ATILANO RODOLFO RODRÍGUEZ PÉREZ

Secretario de Educación Pública de Hidalgo

ING. JUAN BENITO RAMÍREZ ROMERO

Subsecretario de Educación Superior y Media Superior

DR. MARCO ANTONIO FLORES GONZÁLEZ

Rector de la Universidad Politécnica de Pachuca

Editor

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PACHUCA

Comité Editorial

DR. FRANCISCO RAFAEL TREJO MACOTELA

Responsable de la edición

trejo_macotela@upp.edu.mx

Diseñador

DAVID PEÑA MENDOZA

davidpm@upp.edu.mx

Compilador

MTRO. MARCO ANTONIO VERA JIMÉNEZ

averamarco@prodigy.net.mx

Comité Organizador

Dr. Francisco Rafael Trejo Macotela

Presidente del Comité Organizador

Dr. Alejandro Téllez Jurado

Coordinador del área de Ciencias Biológicas y de la Salud

Dr. Daniel Robles Camarillo

Coordinador del área de Ciencias Computacionales, Comunicaciones y Finanzas

Dr. Armando Irvin Martínez Pérez

Coordinador del área de Ciencias de la Ingeniería

Comité de Árbitros

Dr. LALP

Dr. THC

Dr. FRTM

Dr. JCRF

Dr. RGMA

Dr. ESA

Dr. JCSR

Dr. JAC

Dra. MVI

Dra. POV

Dra. BEJL

Dra. MRRV

Dra. RAG

Dra. YMF

Dra. SKCM

Dra. AJG

Dr. ACR

Dra. XTJ

Dr. AIMP

Dr. GLR

Dr. DRJ

Dra. RCMR

Mtro. JMLOP

Mtra. LSO

Mtra. VVC

Mtra. ESB

Mtra. RMCA

Mtro. JAAC

Universidad Politécnica de Pachuca, México.

Dra. MRLT

Universidad Politécnica de Tulancingo, México.

Dr. CCC

Dr. PMR

Dr. RNP

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Dr. EEH

Instituto Politécnico Nacional, México.

Dr. FMP

CINVESTAV, Instituto Politécnico Nacional, México.

Dr. EATG

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.

Presentación

El Simposio Iberoamericano Multidisciplinario de Ciencias e Ingenierías (SIMCI) es un evento bianual organizado por la Universidad Politécnica de Pachuca y anual para la edición de su revista digital. En esta séptima edición del SIMCI, se incluye la presente revista digital que incluye los artículos científicos y tecnológicos en extenso. Para la edición de los trabajos en extenso se abrió una convocatoria nacional e internacional para el envío y posterior recepción y revisión de artículos de corte científico y tecnológico. Estos trabajos fueron revisados por investigadores nacionales e internacionales de reconocido prestigio haciendo énfasis en tres ejes temáticos: Ciencias Biológicas y de la Salud; Ciencias Computacionales, Comunicaciones y Finanzas; y Ciencias de la Ingeniería. En este documento final se presentan los trabajos que fueron revisados y aceptados para ser publicados en la presente REVISTA DIGITAL SIMPOSIO IBEROAMERICANO MULTIDISCIPLINARIO DE CIENCIAS E INGENIERIAS.

La presente edición de la revista digital de SIMCI, en la primera sección se presenta el artículo Potencial energético renovable derivado de leña de la especie feral *Schinus molli L.* (Pirul) distribuida en los Valles Altos del Estado de Hidalgo, por A. Ahumada-Medina, R.M. Chio-Austria, A. Ahumada-Gómez, con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México y la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México; en la segunda sección se presenta el artículo Diseño conceptual del extractor de la savia de *Cnidoscolus Multilobus*: Aplicación del modelo KANO, por O. Hernández-Alvarado, A. López-Zavala, A. González-Torres, con adscripción en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Hidalgo, México; en la tercera sección se presenta el artículo Perfil epidemiológico del área de Terapia Física en UBRIS Temascalapa, 2016-2018, por C. Ramírez Olvera, F. Sánchez González, L. Subervier Ortiz, con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México; en la cuarta sección se presenta el artículo Prueba de Grubbs para la Discriminación de Valores Atípicos en la Caracterización de la Dinámica de Tecleo de Usuarios, por A. Luisa Vázquez-Pardo, Eric Simancas-Acevedo, Eduardo De Carlos-López, L. Adrián Lizama-Pérez, con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México y el Centro Nacional de Metrología, Querétaro, México; en la quinta sección se presenta el artículo Metodología de diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión, por J. C. Bautista-Tlamayanco, E. E. Vera-Cárdenas, A. I. Martínez-Pérez, G. Villagómez-García, J. C. Ramos-Fernández, con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México y el Tecnológico Nacional de

México/I.T. Pachuca, Hidalgo, México; en la sexta sección se presenta el artículo Determinación de la potencia generada por un papalote profesional a través de simulaciones CFD, por A. D. Soto-Guerrero, J. Hernández-Pérez, J. G. Benítez-Morales, M. A. Aguilera-Jiménez, con adscripción en la Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

Contenido

Artículo	Página
EJE TEMÁTICO: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD (CBS)	
Potencial energético renovable derivado de leña de la especie feral <i>Schinus molli L.</i> (Pirul) distribuida en los Valles Altos del Estado de Hidalgo	1-7
Diseño conceptual del extractor de la savia de <i>Cnidoscolus Multilobus</i> : Aplicación del modelo KANO	8-13
Perfil epidemiológico del área de Terapia Física en UBRIS Temascalapa, 2016-2018	14-18
EJE TEMÁTICO: CIENCIAS COMPUTACIONALES, COMUNICACIONES Y FINANZAS (CCCF)	
Prueba de Grubbs para la Discriminación de Valores Atípicos en la Caracterización de la Dinámica de Tecleo de Usuarios	19-24
EJE TEMÁTICO: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (CI)	
Metodología de diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión	25-32
Determinación de la potencia generada por un papalote profesional a través de simulaciones CFD	33-37
<i>Formato para los Artículos del Simposio Iberoamericano Multidisciplinario de Ciencias e Ingenierías 2019</i>	

Potencial energético renovable derivado de leña de la especie feral *Schinus molli L. (Pirul)* distribuida en los Valles Altos del Estado de Hidalgo

A. Ahumada-Medina¹, R.M. Chio-Austria², A. Ahumada-Gómez³.

¹Dirección de Investigación, Innovación y Posgrado/Tecnologías Intermedias. Universidad Politécnica de Pachuca. Carretera Pachuca-Cd. Sahagún, Km 20.Rancho Luna. Ex hacienda de Santa Bárbara. Zempoala, Hidalgo. México. C.P. 43830. Tel. 771547 7510 ext. 2238, e-mail: ahumadamedina@upp.edu.mx

² Licenciatura en Terapia Física. Universidad Politécnica de Pachuca. Carretera Pachuca-Cd. Sahagún, Km 20. Rancho Luna. Ex hacienda de Santa Bárbara. Zempoala, Hidalgo. México. C. P. 43830.

³ Posgrado Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N. Delegación Coyoacán, C. P. 04510. Ciudad Universitaria. Ciudad de México.

Recibido: Agosto 28, 2019; Aceptado: Septiembre 24, 2019.

Resumen (CBS)

Schinus molli L. (pirul), árbol de origen sudamericano que se ha propagado feralmente con éxito en el altiplano mexicano. Para su cuantificación en este trabajo, se seleccionaron cinco cuadrantes de un kilómetro cuadrado localizadas en cuatro municipios del estado de Hidalgo, y a través del programa Google Earth se obtuvieron imágenes satelitales de cada uno de los terrenos seleccionados que luego se exportaron a formato JPG para luego procesarse con el programa Adobe Illustrator.

Los resultados muestran poblaciones de 779 árboles adultos por kilómetro cuadrado que multiplicados por los 1,037.90 km² que suman las áreas estudiadas, totalizan una población de 808,524 árboles. Si consideramos los aproximadamente 5,000 km² de los Valles Altos que presentan condiciones semejantes y que anteriormente eran ocupados principalmente con el cultivo del maguey, sumamos hasta 3,895,000 árboles que potencialmente pueden estar ocupando la región mencionada, los que cada uno, mediante podas cíclicas de ramas pueden proporcionar un mínimo de 100 kilogramos de madera seca aproximadamente cada 10 años, pudiendo obtenerse 38,950 toneladas de leña anuales, capaces de generar energía por 670,329.5 kJ que equivale al consumo de una población de 9,000 habitantes anualizada.

Palabras clave: Energía de leña, energía renovable de leña, aprovechamiento energético del pirul.

Abstract (CBS)

Schinus molli L. (pirul), tree of South American origin that has successfully spread feral in the Mexican highlands. For its quantification in this work, five quadrants of a square kilometer located in four municipalities of the state of Hidalgo were selected, and through Google Earth satellite images of each of the selected lands were obtained and then exported to JPG format and processed with Adobe Illustrator.

The results show populations that the reported municipalities show populations of 798 adult trees per square kilometer, which multiplied by the 1,037.90 km² that total the studied areas, total a population of 828,524 trees. If we consider the approximately 2,500 km² of the High Valleys that present similar conditions and that were previously occupied mainly with the cultivation of the maguey, we estimate a population of 2,000,000 trees that can potentially be occupying the mentioned region, which each, by cyclic pruning of branches can provide a minimum of 500 kilograms of dry wood approximately every 10 years, and up to 10,000,000 tons of firewood can be obtained annually, capable of generating energy for 172,100,000 MJ equivalent to 47,805.56 kWh per year.

Key words: Wood energy, Renewable wood energy, Energy use of lollipop.

INTRODUCCIÓN

Schinus molli L. comúnmente conocido como pirul es una especie ampliamente extendida en los Valles Altos de Hidalgo, en donde se observa

un clima templado semiseco (Koppen, BSk) [1], que varía entre 2000 y 2600 metros sobre el nivel del mar (msnm); asimismo derivado de una sombra de lluvia provocada por la Sierra Madre Oriental la región está sujeta a una incierta

precipitación pluvial entre los meses que van de mayo a octubre que puede variar de 300 a 500 milímetros (mm) anuales, mientras que por otra parte es afectado de septiembre a mayo por frentes fríos provenientes del norte del continente.

La vegetación natural es de matorral xerófito, perturbada desde la época prehispánica y colonial, principalmente con el cultivo de maguey y cereales. Durante el período colonial y posteriormente en los siglos XIX y el primer tercio del XX, los Valles Altos se distinguieron por el auge de la actividad pulquera, cuando según algunos reportes se llegaron a cultivar hasta 2500,000 hectáreas [2], situación que cambió a partir del reparto agrario derivado de la Revolución Mexicana, y que vino a transformar el paisaje con la sustitución de este cultivo por cebada, situación que ha venido empobreciendo el suelo hasta extremos críticos. *Eschinus molle* L. mejor conocido como pirul es una anacardacea natural de América del Sur que fue introducida a México según la CONABIO desde el siglo XVI por el Virrey Antonio de Mendoza [3], para luego competir como especie feral que se adaptó ampliamente en diversas regiones de México y América del Norte en áreas perturbadas de bosques de pino-encino, matorrales xerófilo y selvas bajas caducifolias entre otras. Es un árbol con tronco robusto que llega a alcanzar hasta 15 m de altura con abundantes ramificaciones con ramas y ramillas colgantes. En ocasiones se comporta como arbusto. Rzedowski y Rzedowski, 1999 y 2001[4]. Sus hojas son alternas imparipinadas.

En áreas rurales y urbanas se le cultiva como árbol de sombra y/o de ornato. En comunidades rurales su leña es apreciada para la producción de energía en las cocinas [5]. Por otra parte, los taninos de su corteza son aprovechables en la industria de la curtiduría, sus frutos se venden en mercados como alimento para aves domésticas o como sustituto de la pimienta asimismo se le dan usos medicinales.

Se puede cultivar a partir de sus semillas que suelen tener una gran capacidad de germinación en espacios abiertos y llegando a tener más de un 90% de viabilidad en vivero.

Aun cuando el presente trabajo reporta la dispersión de árboles de pirul en los Valles Altos del Estado de Hidalgo, es notable su presencia en extensas áreas de terrenos que de alguna forma han sido perturbados por la agricultura en el altiplano de la República Mexicana.

MÉTODO Y MATERIAL

Aun cuando la distribución feral del pirul abarca amplias porciones de la Cuenca de Anáhuac, Estado de México, Tlaxcala y Puebla, nuestro trabajo se concentró en algunos municipios de los Valles Altos de Hidalgo que consideramos son representativos de la distribución alcanzada por esta especie por presentar las mejores condiciones de estudio. Se seleccionaron los municipios de San Agustín Tlaxiaca, (297.20 Km²), Epazoyucan (174.70 Km²) Tlanalapa (156.7 Km²) y Zempoala (305,80 Km²) que suman en total 1,037.90 Km².

Para la cuantificación de la población de ejemplares de *Schinus molli*, en el presente trabajo se seleccionaron cinco terrenos de un kilómetro cuadrado localizadas en municipios de los Valles Altos de Hidalgo, en donde es posible observar grandes extensiones de terrenos invadidas feralmente *Schinus*, tanto en terrenos agrícolas como cerriales. A través del programa Google Earth se obtuvieron imágenes satelitales de cada una de las áreas seleccionados en:

- A. San Agustín Tlaxiaca
- B. Tlanalapa
- C. Zempoala
- D. Epazoyucan
- E. Epazoyucan. San José El Salto

Para cada uno de ellos se creó un cuadrado centrado en las coordenadas dadas para cada terreno. La longitud del lado de los cuadrados es de 1 km (aprox.) y su área es 1 km².

Se exportaron dichas imágenes en formato JPG y se importaron en el programa Adobe Illustrator [6] para su procesamiento. En cada imagen se identificó visualmente la ubicación de cada árbol y se señaló con un punto negro. Al terminar, sobre cada árbol había un punto y haciendo uso de una herramienta de conteo del programa se determinó el número total de árboles que se encontraban dentro del área delimitada por los cuadrados. Además, se obtuvieron archivos en formato PDF donde se aprecian los árboles contados.

Los derechos de las imágenes son de Digital Globe, Google e INEGI [7].

RESULTADOS

Los resultados del conteo de árboles de *Schinus* de acuerdo a los terrenos seleccionados en cuatro municipios del estado de Hidalgo se reportan en las siguientes tablas en que se

especifican las coordenadas, así como las imágenes de los cinco terrenos seleccionados.

Tabla 1. Coordenadas del terreno seleccionado del municipio de San Juan Tlaxiaca, Hidalgo.

Vértice	Coordinada Norte	Coordinada Oeste
A	19°53'08.11"N	98°44'13.58"O
B	19°53'08.11"N	98°43'39.04"O
C	19°52'35.77"N	98°43'39.04"O
D	19°52'35.77"N	98°44'13.58"O



Imagen 1. Número de árboles contados: 954 por km² (San Agustín, Tlaxiaca).

Tabla 2. Coordenadas del terreno seleccionado del municipio de Epazoyucan, Hidalgo.

Vértice	Coordinada Norte	Coordinada Oeste
A	20°0'18.48"N	98°39'10.27"O
B	20°0'18.48"N	98°38'35.73"O
C	19°59'46.14"N	98°38'35.73"O
D	19°59'46.14"N	98°39'10.27"O



Imagen 2. Número de árboles contados: 689 por km² (Epazoyucan).

Tabla 3. Coordenadas del terreno seleccionado del municipio de Epazoyucan (San José el Salto), Hidalgo.

Vértice	Coordinada Norte	Coordinada Oeste
A	19°58'25.72"N	98°40'5.14"O
B	19°58'25.72"N	98°39'30.6"O
C	19°57'53.38"N	98°39'30.6"O
D	19°57'53.38"N	98°40'5.14"O

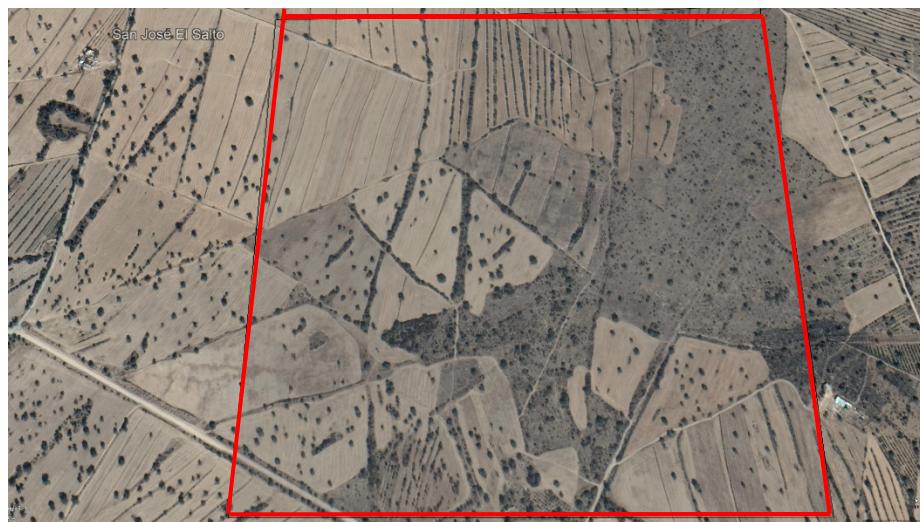


Imagen 3. Número de árboles contados: 703 por km² (Epazoyucan, El Salto).

Tabla 4. Coordenadas del terreno seleccionado del municipio de Tlalanapa , Hidalgo.

Vértice	Coordinada Norte	Coordinada Oeste
A	19°50'38.23"N	98°35'39.44"O
B	19°50'38.23"N	98°35'4.9"O
C	19°50'05.89"N	98°35'4.9"O
D	19°50'05.89"N	98°35'39.44"O



Imagen 4. Número de árboles contados: 612 por km² (Tlalanapa).

Tabla 5. Coordenadas del terreno seleccionado del municipio de Zempoala, Hidalgo.

Vértice	Coordinada Norte	Coordinada Oeste
A	19°53'51.31"N	98°43'17.5"O
B	19°53'51.31"N	98°42'42.96"O
C	19°53'18.97"N	98°42'42.96"O
D	19°53'18.97"N	98°43'17.5"O

Tabla 6. Promedio de árboles por kilómetro cuadrado en las áreas reportadas. En Epazoyucan se promedian dos áreas seleccionadas*.

Área reportada	Árboles contados km ²
San Agustín Tlaxiaca	954
Epazoyucan	689 (promedio 692)*
Epazoyucan (El Salto)	703 (promedio 692)*
Tlalanapa	612
Zempoala	937
Promedio	798



Imagen 5. Número de árboles contados: 937 por km²(Zempoala).

Tabla 7. Estimado de árboles por municipios seleccionados.

Municipio	Superficie del municipio Km ²	Estimado de población árboles
San Agustín Tlaxiaca	297.20	283,528
Epazoyucan	174.70	120,900
Tlanalapa	156.70	95,900
Zempoala	305.80	286,534
Total estimado	1,037.90 Km ²	786,862

Tabla 8. Energía almacenada en un kilogramo de leña de *Schinus molle*.

Corteza	Albura	Duramen	Media
17.8 MJ	17.7 MJ	17.40 MJ	17.21 MJ

CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo reportado por Martínez-Pérez R. (2015) [8], obtuvo los valores energéticos de algunos tipos de leña, entre ellos el pirul, del cual consideró que su energía almacenada varía en función de las diferentes partes del tronco, tal como se muestra en la “Tabla 8”.

Los resultados muestran poblaciones de un promedio de 798 árboles adultos por kilómetro cuadrado considerando los cuatro municipios que multiplicados por los 1,037.90 km² que suman sus áreas, totalizan una población de 828,244 árboles. Si consideramos conservadoramente un área de 2,500 km² de los estados de Hidalgo y México que presentan condiciones semejantes y que anteriormente eran ocupados principalmente con el cultivo del maguey y que actualmente están pobladas con densidades semejantes a las reportadas en este trabajo, es posible estimar cifras cercanas a dos millones de árboles, los que cada uno mediante podas cíclicas cada diez años, pueden proporcionar conservadoramente al menos 500 kilogramos de madera seca. Doscientos mil árboles podados cada año, podrían proporcionar 10,000,000 toneladas de leña anuales, capaces de generar energía por 172100000 MJ equivalentes a 47,805.56 kWh, cantidad de energía capaz de apoyar el consumo de una comunidad de tamaño medio. [9].

RECONOCIMIENTOS

Se expresa el agradecimiento a la Universidad Politécnica de Pachuca por apoyar el desarrollo de la presente investigación, particularmente a: Dr. Marco Antonio Flores González, Dr. Francisco Rafael Trejo Macotela y Dr. Alejandro Téllez Jurado.

REFERENCIAS

- [1] García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie Libros No. 6. UNAM. 2004.
- [2] Álvarez M. del C. Conocimiento tradicional, cultivo y aprovechamiento del maguey pulquero en los municipios de Puebla y Tlaxcala. Núm. 45: 205-222 Enero 2018 ISSN electrónico: 2395-9525 205 Polibotánica ISSN electrónico: 2395-9525 polibotanica@gmail.com Instituto Politécnico Nacional México <http://www.polibotanica.mx>

[3] CONABIO. Anacardiaceae *Schinus molle* L. Ficha Informativa. <http://www.conabio.gob.mx>.2009

[4] Rzedowski J. Flora del bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 78. ANACARDIACEA. Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. 1999.

[5] Martínez J. Uso y manejo de los recursos maderables como combustible en la comunidad de San Pedro Alpatláhuac, Cuauhtinchán, Puebla, México. Revista Iberoamericana de Ciencias. www.reibci.org. 2015.

[6] Adobe Illustrator.

[7] Digital Globe, Google e INEGI.

[8] Martínez-Pérez R. et al. Calorific value and inorganic material of ten mexican wood species. Wood research. 60(2):2015.

[9] SENER. Balance Nacional de Energía. Secretaría de Energía. www.gob.mx/sener/documentos/balance_nacional_de_energia. 2018

Diseño conceptual del extractor de la savia de *Cnidoscolus Multilobus*: Aplicación del modelo KANO

O. Hernández-Alvarado¹, A. López-Zavala¹, A. González-Torres¹.

¹Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Carr: Huejutla-Chalahuiyapa, Col. Tepoxteco, Huejutla de Reyes, Hidalgo, México.

Recibido: Agosto 05, 2019; Aceptado: Septiembre 27, 2019.

Resumen (CBS)

El presente artículo, describe el proceso metodológico de la aplicación del modelo KANO, como una técnica en el diseño conceptual del extractor de la savia de ortiga, con el objetivo de obtener los atributos o requerimientos necesarios para considerarlos en el diseño conceptual del producto, satisfaciendo de esta manera las necesidades de los productores de queso del municipio de Tepehuacan de Guerrero que utilizan el cuajo vegetal de la ortiga en la elaboración de los quesos frescos. La metodología implementada consistió en la investigación del estado del arte y la investigación en campo consistió en la aplicación de una encuesta a los productores para obtener las características específicas del extractor a partir de una serie de 9 preguntas en donde se evalúa la opinión del cliente, de cada atributo asociado a cada pregunta, para posteriormente realizar el análisis e interpretación de las respuestas a través de la metodología KANO en donde encontré que los atributos atractivos y unidimensionales que deben considerarse para el diseño conceptual son las características de transportable, sustentable, fácil operación y seguridad evaluadas, con una mayor coeficiente de satisfacción de 0.66, 0.72, 0.65 y 0.60 respectivamente. Del análisis de los resultados se destaca la importancia de aumentar el número de encuestados para conseguir una mayor dispersión de datos en las diferencias absolutas, debido a que actualmente estas diferencias se encuentran entre 2 y 4 por lo se considera un área de oportunidad dentro de este estudio. Los atributos obtenidos del modelo KANO, se utilizarán como datos de entrada para la aplicación de la herramienta del despliegue de la calidad.

Palabras clave: Diseño conceptual, Modelo KANO, Queso fresco, Savia de ortiga.

Abstract (CBS)

This article describes the methodological process of the application of the KANO model, as a technique in the conceptual design of the nettle sap extractor, with the objective of obtaining the necessary attributes or requirements to consider them in the conceptual design of the product, satisfying in this way the needs of the cheese producers of the municipality of Tepehuacan de Guerrero that use the nettle's vegetable rennet in the preparation of fresh cheeses. The methodology implemented consisted of the investigation of the state of the art and the field research consisted in the application of a survey to the producers to obtain the specific characteristics of the extractor from a series of 9 questions in which the opinion of the client is evaluated, of each attribute associated with each question, to subsequently perform the analysis and interpretation of the answers through the KANO methodology where I found that the attractive and one-dimensional attributes that should be considered for conceptual design are the characteristics of transportable, sustainable, easy operation and safety evaluated, with a higher satisfaction coefficient of 0.66, 0.72, 0.65 and 0.60 respectively. The analysis of the results highlights the importance of increasing the number of respondents to achieve a greater dispersion of data in the absolute differences, because these differences are currently between 2 and 4 so it is considered an area of opportunity within this study. The attributes obtained from the KANO model will be used as input data for the application of the quality deployment tool.

Key words: Conceptual design, KANO model, Fresh cheese, Nettle sap.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Contextualización del problema.

En la actualidad, la solución generalizada de los problemas regionales es uno de los retos importantes de la globalización, ya que de cierta manera garantiza la aplicabilidad en un espectro

más amplio del nuevo producto. Esta investigación tecnológica, radica en la necesidad de la actividad económica de elaboración del queso, más particularmente, a la elaboración del queso a partir de un tipo de cuajo vegetal, denominado ortiga (*Cnidoscolus*

Multilobus). Este tipo de cuajo ya ha sido estudiado su efectividad en la elaboración de quesos frescos, en donde, indican que la savia de la planta *Cnidoscolus Multilobus* ofrece propiedades coagulantes experimentado en quesos frescos de las cuales, la caracterización indica que el tallo es más eficiente que otros partes de la planta ya que ofrece un menor tiempo de coagulación en un tiempo aproximado a 30 minutos debido a que contiene una alta concentración de la enzima (Lagunes et al., 2017). Por lo que el objetivo de esta investigación es el diseño conceptual de un extractor de savia de ortiga, que satisfaga las necesidades de los productores.

La relevancia de este proyecto de investigación, radica en la satisfacción de nuevos grupos sociales, la posibilidad de potencializar la actividad económica de pueblos marginados y el aprovechamiento de la planta para los diferentes propósitos medicinales identificados. Una de las importantes tendencias en aumento son los vegetarianos que dentro de su alimentación excluyen todo tipo de carne, pero incluyen algunos de los productos derivados de animal (Notimex, 2018) y (BBC News, 2018). Aunado a esto la potenciación de este grupo con dieta basada en el máximo respeto a la vida de los animales (Ecologistas, 2019). Según cifras del estudio global sobre salud y percepciones de ingredientes, en México es el país donde más personas declaran seguir dietas motivadas por convicciones personales, como ser vegetarianas, flexitarianas y veganas, con un 19%, 15% y 9% respectivamente, muy por encima del promedio de la región (8%, 10% y 4%) (Nielsen, 2016), esta es una de las razones por la que se destaca la importancia de investigación tecnológica. Sin embargo, esta no es la única relevancia, sino que también se incluye la aplicabilidad medicinal que tiene esta planta, en donde la savia contiene todas estas propiedades herbolarias para tratar algunos padecimientos (Domínguez et al, 2015) y (Jiménez, 2016).

1.2 Modelo KANO. Una herramienta de diseño para la conceptualización de un producto.

De acuerdo a la Asociación española para la calidad, el diseño y desarrollo de productos, esta herramienta, no es específicamente un concepto en el ámbito de la gestión de la calidad, sino que, es una disciplina de mayor relevancia en el cual consiste en transformar ciertos requerimientos a parámetros o atributos

de algún producto nuevo para satisfacer las necesidades particulares del cliente. Esto garantiza el éxito de la comercialización del producto en el mercado (QAEC, 2019).

En el desarrollo de productos, las especificaciones bien definidas permiten usualmente generar un buen concepto de diseño, especialmente donde la definición de funciones y atributos son determinantes al momento de concebir al producto (Ulrich, 2004). El proceso de diseño según diversos autores es creativo e iterativo en la fase conceptual (Mulet, 2003), y por tanto la obtención de una buena respuesta de diseño también lo es, debido a que se somete en un ciclo de mejoramiento continuo y se tiene que llegar a un punto de optimización.

El Modelo Kano, fue introducido como un modelo conceptual y de estrategia en el cual se logra identificar tres escenarios posibles: Requerimientos que deben ser cubiertos, Requerimientos del producto y/o servicio, y exceder expectativas; por otra parte, Roos (2009) y Ching (2005), son consistentes en el enfoque de aplicación del Modelo de Kano para poder identificar por medio de encuestas las expectativas de los clientes y distinguir las expectativas de los elementos mínimos a cumplir (Hauser, 1993). El propósito de la herramienta es optimizar las especificaciones de cada producto, añadiéndole las características necesarias para proporcionar la satisfacción del cliente, y eliminando las irrelevantes o las que supongan más costes que ventajas.

El modelo KANO, como herramienta de diseño conceptual, se enfoca principalmente en la satisfacción del cliente como uno de los aspectos primordiales para la medición del cumplimiento de las expectativas del usuario sobre el servicio o bien que recibe y que deberá generar la fidelidad en el consumo (Suewin, 1996). La aplicación del modelo, Kano y Col. (1984) y Berger et al. (1993), sugieren que los atributos se pueden identificar preguntando a los consumidores sobre su reacción o satisfacción, cuando los atributos tienen un rendimiento superior (pregunta positiva) e inferior (pregunta negativa). Dependiendo de las respuestas a la pregunta "positiva" y "negativa", el atributo puede identificarse como atractivo (A), unidimensional (U), Obligatorio (O), Indiferente (I), inverso (R) o dudoso (D) de acuerdo a las diferentes relaciones entre los grados de satisfacción.

Para la determinación del coeficiente de satisfacción del cliente, se utiliza las ecuaciones (1) y (2), donde las ecuaciones se refieren al coeficiente de satisfacción mayor o mejor y al coeficiente de satisfacción peor o menor, respectivamente.

$$CSM = \frac{A+U}{A+U+O+I} \quad (1)$$

$$CSP = \frac{U+O}{A+U+O+I} \quad (2)$$

La escala de evaluación del modelo para cada uno de las preguntas del cuestionario, de acuerdo a la combinación de respuestas de los encuestados, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Escala de evaluación del modelo KANO.

		Negativas				
		1	2	3	4	5
Preguntas Positivas	1	D	A	A	A	U
	2	R	I	I	I	O
	3	R	I	I	I	O
	4	R	I	I	I	O
	5	R	R	R	R	D

El uso de la escala de evaluación para cada una de las preguntas de un cuestionario, se puede consultar en Córdova (2017) y León (2005).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de la población encuestada. La aplicación de la encuesta se realizó el día 12 de julio del 2019 en las localidades de Cuatolol, Zacualtipanito, Texcapa y Chahuatitla, municipio de Tepehuacan de Guerrero. En estas localidades se usa la savia de ortiga para la elaboración de quesos frescos. Tales productores han utilizado la savia de ortiga en al menos 20 a 25 años consecutivos, solo lo han usado para la elaboración del queso para consumo personal, argumentando que no afecta las propiedades sensoriales (Sabor, olor, textura y color). También se aplicaron a expertos en el área de alimentos de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, quienes trabajan en la industrialización del queso a base de este tipo de cuajo, así mismo se aplicó a ingenieros expertos en el área de diseño de máquinas. Los datos generales de los productores encuestados, participaron principalmente personas en edad promedio de 60 años, 53.85 % mujeres y 46.15 % hombres. Se aplicaron un total de 23 encuestas, de las cuales en la siguiente gráfica se indica la distribución de los encuestados.

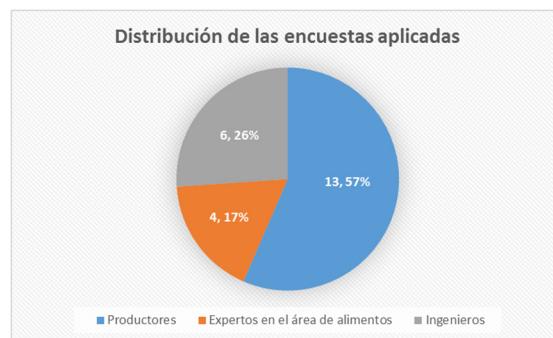


Fig. 1. Representación gráfica de la proporción de los encuestados. Fuente propia.

El tamaño de la muestra encuestada, no fue determinada con algún modelo matemático, debido a que el tamaño de la población es de 18 productores de queso que han utilizado o siguen usando la savia de ortiga como cuajo vegetal. No se pudo aplicar el cuestionario de la encuesta a los 27 productores, debido a diferentes circunstancias tales como, andan en el trabajo en el campo, habían salido de compras, o tenían otros compromisos, y, además, no se pudo regresar a realizar la encuesta ya que está muy retirada los lugares de residencia de los encuestados (duración mínima de 3 horas de viaje de Huejutla a Tepehuacan de Guerrero).

El objetivo del modelo KANO, es tomar en cuenta las necesidades del cliente, por tal razón que, en la aplicación de las encuestas, los productores participan en un 57 %, los expertos en el área de ingeniería de alimentos que están estudiando la industrialización de la savia de ortiga participan en un 26 %, así mismo es necesario la información de los expertos en el área de diseño de máquinas por lo que participan con 17 %.

2.2 Aplicación del modelo KANO

En la aplicación del modelo KANO, es necesario el uso de un instrumento de recolección de datos, que consiste básicamente en un cuestionario cerrado con 9 preguntas funcionales y 9 disfuncionales, para cada característica evaluada se acompaña con respuestas de cinco opciones establecidas por el modelo. Las respuestas son: Me gustaría (1), es algo básico (2), me da igual (3), no me gusta, pero lo tolero (4), y no me gusta y no lo tolero (5). Las características que se evaluaron, se obtienen de la aplicación del método de análisis morfológico para el diseño (Córdova, 2015), y del estudio del estado del arte de los modelos de utilidad y patentes, para tener una idea previa de

cómo son las máquinas existentes y si existe una con características particulares del método de extracción particular. Sin embargo, no se encontró alguna máquina que satisfaga las necesidades de los productores para la extracción de la savia de ortiga, usada como cuajo vegetal para la elaboración de del queso. De acuerdo a las características generadas por el método morfológica para el diseño se encuentran que son 22 atributos que deben ser considerados para conformar la propuesta de extractor de la savia de ortiga, sin embargo, algunos de las características se pueden agrupar ya que en esencia pueden ser subfunciones de las funciones y/o similares y pueden converger en una sola característica, estas características se muestran a continuación: 1.- mantenimiento menor en sus componentes, 2.- fácil operación, 3.- económico, 4.- transportable (Moverlo de un lugar de trabajo en campo), 5.- higiénico (en cuanto al manejo de la materia que se está obteniendo), 6.- resistente (condiciones de operación), 7.- seguridad (operación y funcionamiento), 8.- sustentable (operación y funcionamiento), y 9.- fuente de alimentación eléctrica.

III. RESULTADOS

De acuerdo a la encuesta aplicada, y una vez recolectados y cuantificados las respuestas se muestra las características clasificados por atributos definidos por el modelo KANO.

Tabla 2. Resultados de la evaluación del modelo KANO. Fuente propia.

	A	O	R	U	D	U	T	E
Mantenimiento menor	2	3	0	8	1	9	23	I
Fácil de operación	6	2	1	8	1	5	23	U
Económico	4	2	1	5	8	3	23	D
Transportable	10	3	1	6	0	3	23	A
Higiénico	3	3	0	9	0	8	23	U
Seguridad	6	2	0	9	0	6	23	U
Resistente	3	3	0	9	1	7	23	U
Sustentable	8	3	0	6	0	6	23	A
Fuente de alimentación	4	2	0	7	1	9	23	I

De acuerdo a la tabla 2, de las nueve características evaluadas, se observa que hay 2 ítems clasificados como Atributo atractivo, 4 como atributo Unidimensional, 2 como Indiferente y 1 Dudosos. Por lo tanto, para el desarrollo conceptual se consideran los atributos atractivos y unidimensionales, ya que

estos son los 2 escenarios de 3 identificados como requerimientos a involucrar dentro del diseño conceptual del extractor de la savia de ortiga.

Debido a que el cuestionario KANO, se utiliza para el desarrollo de productos, donde destaca el enfoque cualitativo, es adecuado realizar el análisis estadístico, para dar certidumbre de los datos utilizados en el modelo KANO, se realiza el análisis estadístico de los requerimientos utilizando el estadístico de Fong [16] que consiste en calcular la diferencia absoluta de las dos frecuencias más altas.

$$Q = \sqrt{(a + b)(2n - a - b)/2n} \quad (3)$$

Donde: Q es la diferencia absoluta entre las dos diferencias más altas, a y b frecuencias de las características más altas y n número total de respuestas.

Tabla 3. Evaluación estadística de CSM y CSP.

Atributos definidos	Nivel de importancia	Mejor	Péor	C1	C2	Q	abs
Mantenimiento menor	0.81	0.45	0.5	0.36	0.405	3.273	1
Fácil de operación	0.83	0.66	0.48	0.55	0.395	3.12	2
Económico	0.72	0.64	0.5	0.46	0.36	3.053	3
Transportable	0.8	0.72	0.41	0.58	0.327	3.23	4
Higiénico	0.79	0.52	0.52	0.41	0.412	3.273	1
Seguridad	0.79	0.65	0.48	0.51	0.378	3.179	3
Resistente	0.8	0.54	0.55	0.43	0.436	3.23	2
Sustentable	0.77	0.60	0.39	0.469	0.301	3.12	2
Alimentación eléctrica	0.76	0.5	0.41	0.38	0.311	3.23	2

Los resultados obtenidos del análisis estadístico del modelo KANO indica que la característica, mantenimiento menor tiene que CSM <CSP, clasificando como un atributo Indiferente con una diferencia absoluta 1, para la característica Fácil operación esta evaluada como CSM >CSP, y por lo tanto se clasifica como un atributo

unidimensional con una diferencia absoluta de 2 unidades. Para la característica económica $CSM > CSP$ pero está clasificada como un atributo Dudos y con una diferencia de 3 unidades. En el caso de la característica transportable la evaluación resulta que $CSM > CSP$ y se clasifica como un atributo atractivo con una diferencia de 4 unidades, para la característica higiénico, la evaluación resulta $CSM > CSP$ y se clasifica como un atributo unidimensional con una diferencia de 1, para la característica seguridad es evaluado como $CSM > CSP$ y se clasifica como unidimensional con una diferencia absoluta 3. En el caso de la característica resistencia, la evaluación de los coeficientes es $CSM < CSP$ y se clasifica como un atributo unidimensional. Para la característica sustentable resulta que $CSM > CSP$ y se clasifica como un atributo atractivo con una diferencia absoluta 2 unidades y por último la característica de alimentación eléctrica se evalúa como $CSM > CSP$ y se clasifica como un atributo Indiferente con una diferencia absoluta de 2 unidades.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 2, se muestran que las características que se van a considerar para el diseño conceptual del extractor de la savia de ortiga, de acuerdo a los criterios del modelo, son los atributos atractivos conformados por; las características transportable y sustentable ya que son los que tienen frecuencias más altas 10 y 8, respectivamente, y los atributos unidimensionales conformados por; fácil operación, higiénico, seguridad y resistente a condiciones de operación con frecuencias altas en su grupo de 8 para primera y 9 para el resto. Despues del análisis estadístico mostrado en la tabla 3 y figura 3, existen incongruencias para estos atributos seleccionados por la evaluación de los coeficientes de satisfacción y diferencia absoluta, como tal es el caso del atributo unidimensional correspondiente a la característica higiénico y resistente a condiciones de operación, ya que las evaluaciones resulta que el coeficiente satisfacción peor es mayor que el coeficiente de satisfacción mejor y una diferencia absoluta mínima de 1 y 2 respectivamente. Por lo que se determina que estas características van a ser descartadas para ser considerados como

requisitos de diseño conceptual del extractor de la savia.

V. CONCLUSIÓN

El modelo KANO, como una herramienta para el diseño conceptual de productos, es de mayor importancia, ya que toma en cuenta las necesidades del cliente. Los atributos requeridos para satisfacer las necesidades son; transportable y sustentable como atributos atractivos, y fácil operación y seguridad como atributos unidimensionales. Estos atributos encontrados servirán como datos de entrada para la aplicación de la herramienta de QFD para complementar el diseño conceptual dentro del proceso de diseño del extractor de la savia de ortiga. A pesar de obtener estos resultados, es importante resaltar en la columna de la diferencia absoluta son mínimos, esto es debido a que el número de cuestionarios es limitado por lo que se propone ampliar el número de encuestados, considerando a los que lo utilicen con fines medicinales, debido que en la primera encuesta solo se aplicó a productores de queso, tal como se especificó en el apartado 2.1.

VI. REFERENCIAS

- Lagunes Olivares, F., Ávila Badillo, F., Guerrero Castillo, J. y Estrada García, I. (2017). Propiedades Coagulantes de la Ortiga (*Cnidoscolus Multilobus*) en productos lácteos. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Vol.4 No.10, pp.1-12
- Notimex-Forbes staff. (29 julio, 2018) 20% de los mexicanos ya son vegetarianos o veganos. Forbes México. Recuperado en <https://www.forbes.com.mx/>.
- BBC News Mundo. (1 noviembre 2018). Qué es ser vegano y en qué se diferencia de ser vegetariano. Recuperado en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46065516>.
- Ecologistas en acción. (2019). Defensa de los derechos de los Animales. Recuperado en: <https://www.ecologistasenaccion.org/4466/defensa-de-los-derechos-de-los-animales/>
- Encuesta Global de Nielsen. (29-09-2016). Estudio Global sobre Salud y Percepciones de Ingredientes. Recuperado en <https://www.nielsen.com/mx/es/insights/article/2016/8-de-cada-10-mexicanos-afirma-seguir-algun-tipo-de-dieta-restrictiva/>
- Domínguez-Barradas, Consuelo, Cruz-Morales, Gerardo Eliseo, & González-Gándara, Carlos. (2015). Plantas de uso medicinal de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec", municipio de

- Chontla, Veracruz, México. Ciencia UAT, 9(2), 41-52
- Jiménez Arrellanes, M. A.; García Martínez, I. y Rojas Tome, S.(2016) Potencial biológico de especies medicinales del género Cnidoscolus (Euphorbiaceae). Rev. mex. cienc. farm [online]. 2014, vol.45, n.4, pp.1-6. ISSN 1870-0195.
- Asociación española para la calidad, QAEC. (2019). Diseño y desarrollo. Recuperado en :<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diseno-y-desarrollo>.
- Ulrich, K. y Eppinger, S.D. (2004) "Diseño y Desarrollo de Productos: enfoque multidisciplinario". 3^a Edición. Ed. McGraw-Hill. México.
- Mulet, E. (2003) "Análisis experimental y modelización descriptiva del proceso de diseño". Tesis para optar al grado de doctora. Universidad Politécnica de Valencia, pp. 4-5. Valencia, España.
- Roos, C; Sartori, S; Godoy, L.P. (2009). Modelo de Kano para a identificação de atributos capazes de superar as expectativas do cliente; Revista Produção Online, v.9, n.2, p. 536-550.
- Ching-Chow, Y. (2005). The refined Kano's model and its application. Total, Quality Management & Business Excellence, 1127-1137.
- Hauser, J. (1993). How puritan-bennet used the house of quality. Sloan Management Review, Spring, 61-70.
- Suerwein, E. (1996). The Kano model: How to delight your customers. International Seminar on Production Economics, pp. 313-327.
- Córdoba Cely C. A. y Bonilla Mora, H. (2017). Análisis morfológico: una propuesta metodológica para el diseño. Actas de diseño encuentro latinoamericano de diseño. Universidad de Palermo. ISSN: 1850-2032.
- León Duarte, J.A (2005). Metodología para la detección de requerimientos subjetivos en el diseño de producto, Tesis doctorado, Universidad de Cataluña, España. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10803/6840>

Perfil epidemiológico del área de Terapia Física en UBRIS Temascalapa, 2016-2018

C. Ramirez Olvera^{1*}, F. Sánchez González¹, L. Subervier Ortiz¹.

¹Universidad Politécnica de Pachuca. Carretera Pachuca- Cd Sahagún, km 20, Ex Hda. De Santa Bárbara, Zempoala,Hidalgo, México. ramirezcarx@upp.edu.mx

Recibido: Agosto 19, 2019; Aceptado: Septiembre 24, 2019.

Resumen (CBS)

Este estudio tiene como objetivo conocer el perfil epidemiológico del área de terapia física de UBRIS Temascalapa, de 2016 a 2018.

Se llevó a cabo mediante la recolección de datos y el análisis de los expedientes clínicos de pacientes que acudieron al área de terapia física del 2016 al 2018. Estos datos se analizaron estadísticamente con frecuencias y medias.

Se incluyeron 400 expedientes, 164 (41%) hombres y 236 (59%) mujeres, con límites de población de 1 a 90 años para ambos sexos. En la distribución por grupo de edades en la se observa que de 1 año a los 29 años los hombres tuvieron mayor prevalencia en cambio de los de los 40 a los 90 años la prevalencia fue en mujeres, siendo la población más grande que acude a la clínica.

Entre los diagnósticos más frecuentes se encontraron las fracturas (15.5%), pie plano (10.5%), artrosis patelofemoral (9.25), lumbalgia (7.5%), riesgo de daño neurológico (5.5%) y gonartrosis (4.75%).

Palabras clave: Perfil epidemiológico, Diagnósticos, Fracturas.

Abstract (CBS)

This study aims to know the epidemiological profile of the physical therapy area of UBRIS Temascalapa, from 2016 to 2018. It was carried out by collecting data and analyzing the clinical records of patients who visited the physical therapy area from 2016 to 2018. These data were statistically analyzed with frequencies and means. 400 files were included, 164 (41%) men and 236 (59%) women, with population limits of 1 to 90 years for both sexes. In the distribution by age group in which it is observed that from 1 year to 29 years old men had a higher prevalence instead of those from 40 to 90 years old the prevalence was in women being the largest population attending the clinic. Among the most frequent diagnoses were fractures (15.5%), flat feet (10.5%), patellofemoral osteoarthritis (9.25), low back pain (7.5%), the risk of neurological damage (5.5%) and gonarthrosis (4.75%).

Key words: Epidemiological profile, Diagnostics, Fractures.

INTRODUCCIÓN

La epidemiología es la disciplina científica que estudia la distribución, la frecuencia, los determinantes, las asociaciones y las predicciones de los factores relacionados con la salud y enfermedad en poblaciones humanas, y ocupa un lugar especial en la intersección entre las ciencias biomédicas y las ciencias sociales; aplica los métodos y principios de estas ciencias al estudio de la salud y la enfermedad en poblaciones humanas, tomando en cuenta la temporalidad.(1)

Esta disciplina estudia, sobre todo, la relación causa-efecto. Sabemos que las enfermedades no se producen de forma aleatoria, y que tienen causas o factores de riesgo, las cuales pueden ser biológicas, psicológicas, sociales,

culturales, económicas y ambientales, la mayoría de las cuales son evitables; por esto, mientras mejor se conozcan las causas de las enfermedades, más posibilidades habrán de prevenirlas. En este sentido, la metodología epidemiológica ha sido crucial para identificar numerosos factores etiológicos que, a su vez, han justificado la formulación de políticas sanitarias encaminadas a la prevención de enfermedades, lesiones y muertes prematuras.(1)

Actualmente el Estado de México cuenta con 71 Unidades Básicas de Rehabilitación e Integración Social, las cuales otorgan atención médica y terapéutica en el primer nivel de atención a personas con discapacidad del Estado de México. Una de las Unidades Básicas de Rehabilitación e Integración Social se encuentra en el municipio de Temascalapa.

En Temascalapa la población en 2010 fue de 35,987 personas, lo que representa el 0.2% de la población del estado de México. El personal médico era de 23 personas (0.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 2.9, frente a la razón de 10.1 en todo el estado.(2)

Objetivo

El objetivo del presente estudio es conocer el perfil epidemiológico que presenta el área de terapia física en UBRIS Temascalapa durante los años 2016 al 2018.

Método epidemiológico

El padre del método epidemiológico es John Snow, el precursor de la investigación epidemiológica contemporánea. En 1948 inició su investigación sobre el cólera estableciendo varias hipótesis, las cuales rechazó, y por último formuló la hipótesis de la transmisión del cólera por el agua, que demostró confeccionando un mapa de Londres, donde un reciente brote epidémico ocurrido en 1854 había causado la muerte de más de 500 personas en un periodo de 10 días. Snow marcó en el mapa los hogares de los que habían fallecido, y la distribución mostraba que todos los decesos habían ocurrido en el área de Golden Square. La diferencia clave entre este distrito y el resto de la ciudad era el origen del agua potable. La compañía privada que suministraba agua al vecindario de Golden Square la extraía de una sección del Támesis especialmente contaminada. Cuando el agua comenzó a extraerse río arriba, de una zona menos contaminada, cedió la epidemia de cólera.(1)

Temascalapa, Estado de México

El territorio del Municipio es el que posee actualmente conforme a la jurisdicción ejercida de hecho por sus respectivas autoridades y el que por derecho le corresponda.

El Municipio de Temascalapa se ubica entre los paralelos 19° 43'35'' latitud mínima y 19°54'42'' latitud máxima y los meridianos 99° 42'03'' longitud mínima y 98°57'04'' longitud máxima. Su altura media sobre el nivel del mar es de 2,400 metros, pertenece al Distrito Judicial de Otumba.

Según los estudios de INEGI realizados en 2010 se obtuvieron las siguientes cifras significativas del municipio de Temascalapa, Estado de México:

La población total del municipio en 2010 fue de 35,987 personas, lo cual representó el 0.2% de la población en el estado.

- En el mismo año había en el municipio 8,777 hogares (0.2% del total de hogares en la entidad), de los cuales 1,904 estaban encabezados por jefas de familia (0.2% del total de la entidad).
- El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 4.1 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4.1 integrantes.
- El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 8, frente al grado promedio de escolaridad de 9.1 en la entidad.
- En 2010, el municipio contaba con 17 escuelas preescolares (0.2% del total estatal), 21 primarias (0.3% del total) y 14 secundarias (0.4%). Además, el municipio contaba con tres bachilleratos (0.2%) y ninguna escuela de formación para el trabajo. El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.
- Las unidades médicas en el municipio eran ocho (0.4% del total de unidades médicas del estado).
- El personal médico era de 23 personas (0.1% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 2.9, frente a la razón de 10.1 en todo el estado.
- En 2010, 15,697 individuos (58.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 12,244 (45.9%) presentaban pobreza moderada y 3,453 (12.9%) estaban en pobreza extrema.
- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 21.9% de la población, lo que significa que 5,839 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 46.5%, equivalente a 12,400 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 73.9% de la población, es decir 19,714 personas se encontraban bajo esta condición.
- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 19.3% (5,163 personas).(2)

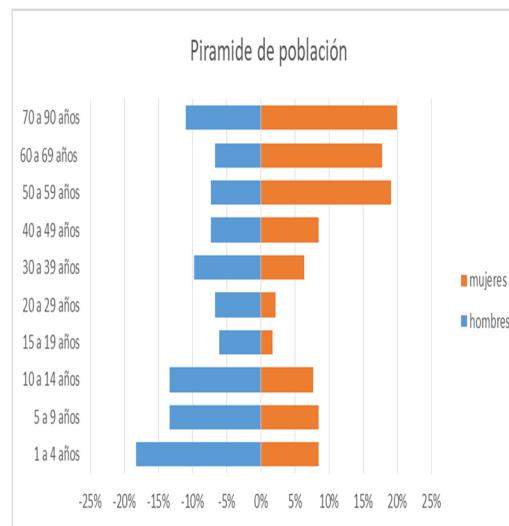
MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectó información de la Unidad Básica de Rehabilitación e Integración Social (UBRIS) Temascalapa, mediante un muestreo no probabilístico. Los parámetros de selección fueron los expedientes con los que contaba la unidad con fechas de 2016 a 2018. Los

criterios de inclusión son los expedientes que tuvieran la información completa en la ficha de identificación (nombre del paciente, edad, sexo, fecha de nacimiento, entidad federativa, municipio o delegación según sea en caso, anamnesis y diagnóstico fisioterapéutico. Se llevó a cabo el proceso de eliminación donde se descartaron los expedientes que no contaban con ficha de identificación completa, que no pertenecieran al área de terapia física y al municipio de Temascalapa. Se presenta un estudio de tipo descriptivo con un diseño transversal y retrospectivo. Para la clasificación de los pacientes atendidos en UBRIS, se utilizó el diagnóstico emitido por el médico especialista en rehabilitación todos los datos obtenidos fueron capturados en una base de datos con el programa Excel versión 2010. Se utilizó medidas de tendencia central. El protocolo fue autorizado por la presidenta del sistema de DIF municipal, director del DIF y coordinadora de UBRIS Temascalapa.

RESULTADOS

Se revisaron 462 expedientes de UBRIS Temascalapa, de los cuales para este estudio se eliminaron 62 ya que no contaban con la ficha de identificación completa, expedientes de los pacientes que no pertenecen al municipio de Temascalapa, y los expedientes que no pertenecían al área de terapia física. Se realizó el estudio con 400 expedientes los cuales cumplían con los lineamientos para este estudio. De los 400 expedientes de los años 2016-2018 se atendieron a 164 (41%) hombres y 236 (59%) mujeres, con límites de población de 1 a 90 años para ambos sexos. En la distribución por grupo de edades se observa que de 1 año a los 29 años los hombres tuvieron mayor prevalencia en cambio de los de los 40 a los 90 años la prevalencia fue en mujeres siendo la población más grande que acude a la clínica.



Gráfica 1. Distribución por grupos etarios en gráfica bidireccional dividiendo a hombres de mujeres, observado que la mayor cantidad de pacientes esta entre la edad adulta y adulta mayor.

La procedencia de los pacientes por comunidad del municipio de Temascalapa se muestra en la tabla 1, donde la población que mayor acceso tuvo al servicio fueron los ciudadanos de Temascalapa (43.25%), seguidas de las comunidades colindantes pertenecientes a este municipio como Santa Ana (12.75%), San Bartolomé (8.75%), San Luis (8.25%) e Ixtlahuaca (8%) siendo estas cinco comunidades las que cubren el 81% de la población total.

Tabla 1. Procedencia de los pacientes por comunidad del municipio de Temascalapa 2016-2018.

Comunidad	Total	%	FRA
Temascalapa	173*	(43.25)	173
Santa Ana	51*	(12.75)	224
San Bartolomé	35*	(8.75)	259
San Luis	33*	(8.25)	292
Ixtlahuaca	32*	(8)	324
Teacalco	22	(5.5)	346
San Miguel	13	(3.25)	359
Las Pintas	11	(2.75)	370
Teopancala	8	(2)	378
Maquixco	8	(2)	386
Presa del Rey	6	(1.5)	392
San Cristóbal	4	(1)	396
Álvaro Obregón	2	(0.5)	398
El Chopo	1	(0.25)	399
Ex Hacienda de Paula	1	(0.25)	400
TOTAL	400	(100)	

* FRA: frecuencia relativa acumulada

El resultado de los diagnósticos más frecuentes se muestra en la tabla 2, donde se puede observar que con los primeros 7 diagnósticos se conforma más del 50% de la población atendida en el periodo de 2016 a 2018 las cuales las fracturas (15.5%) ocupa el primer lugar, seguida del pie plano (10.5%), artrosis patelofemoral (9.25%), lumbalgia (7.5%), pacientes con riesgo de daño neurológico (5.5%), gonartrosis (4.75%), PCI (3.5%), EVC (3%) y luxaciones (3%). Se utilizó la escala de CIE-10 solo como punto de vista etiológico del padecimiento causante de discapacidad.

Tabla 2. Frecuencia por diagnóstico

Diagnóstico	M	(%)	F	(%)
Fractura	24	(6)	38	(9.5)
Pie plano	27	(6.75)	15	(3.75)
Artrosis patelofemoral	6	(1.5)	31	(7.75)
Lumbalgia	9	(2.25)	21	(5.25)
Riesgo de daño neurológico	10	(2.5)	12	(3)
Gonartrosis	3	(0.75)	16	(4)
PCI	12	(3)	2	(0.5)
EVC	5	(1.25)	7	(1.75)
Luxación	4	(1)	8	(2)
Dorsolumbalgia	2	(0.5)	6	(1.5)
Sx. de hombro doloroso	3	(0.75)	5	(1.25)
Esguince	4	(1)	4	(1)
Retraso mental leve	3	(0.75)	5	(1.25)
Alteraciones de la marcha	4	(1)	3	(0.75)
Escoliosis	2	(0.5)	5	(1.25)
Pie cavo	5	(1.25)	2	(0.5)
Tendinopatía	1	(0.25)	5	(1.25)
Cuadriplejia	4	(1)	2	(0.5)
Parálisis facial	2	(0.5)	3	(0.75)
Artritis	0	(0)	4	(1)
Artrosis	0	(0)	4	(1)
Dorsalgia	1	(0.25)	3	(0.75)
Amputación	4	(1)	0	(0)
Hemiplejia	3	(0.75)	0	(0)
Hiperlaxitud ligamentaria	1	(0.25)	2	(0.5)
Coxoartrosis	0	(0)	3	(0.75)
Cervicobraquialgia	0	(0)	3	(0.75)
Otras	25	(6.25)	27	(6.75)
Total	164	(41)	236	(59)

*M:masculino, F:femenino, f: frecuencia, Fr: frecuencia relativa, %: porcentaje del total de pacientes.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue conocer el perfil epidemiológico de UBRIS Temascalapa en el área de terapia física, durante los años de 2016-2018. Los resultados mostraron que los pacientes de mayor frecuencia fueron los del sexo femenino en función de las edades de los 50 a los 90 años donde se concentró el mayor número de pacientes que acudieron al servicio. Dentro de las patologías más frecuentes se encuentran las fracturas (15.5%), pie plano (10.5%), artrosis patelofemoral (9.25%), lumbalgia (7.5%), pacientes con riesgo de daño neurológico (5.5%), gonartrosis (4.75%) y PCI (3.5%).

Los datos obtenidos se suman a las investigaciones como el estudio del perfil epidemiológico de los pacientes que acudieron a medicina de rehabilitación que se realizó en Médica Sur Tlalpan durante 2011(18) el cual es similar a este estudio donde solo se muestran cifras del área de rehabilitación, estos estudios son de vital importancia para conocer las necesidades de la población a la cual se está atendiendo. En el estudio epidemiológico del brote epidémico de dengue durante El Fenómeno el Niño Costero en el 2017, en Perú (19) el cual únicamente habla sobre el dengue y demuestra el comportamiento de esta epidemia.

El estudio de Perfil epidemiológico de los ingresos al Módulo de Cirugía de Cadera y Pelvis del Hospital General Xoco de la Secretaría de Salud de 2009 a 2016 (20) menciona que las fracturas de cadera en México siguen siendo un tema importante en la patología ortopédica/traumática y lo serán aún más en unos años. El tratamiento de estos pacientes en los hospitales de la Secretaría de Salud ha sido subestimado, ya sea por no contar con los recursos suficientes, como otras instituciones, o por la falta de importancia que se le da al abordaje debido a la población que se atiende. Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los pacientes de la tercera edad siguen siendo los más afectados por estas patologías. El círculo familiar encargado de ellos debe ser capacitado para la prevención de caídas y el mantenimiento de un control médico periódico de sus patologías de base, en la búsqueda de lograr una disminución de la población afectada. Con ello y a pesar que ese estudio solo está dedicado a las fracturas de cadera esta de la mano con este estudio demostrando que la población con mayor

riesgo a sufrir fracturas es en la edad adulta y adulta mayor.

Con este estudio se permite tener un gran punto de partida para investigaciones futuras que son de gran importancia para mejorar el servicio de rehabilitación, así mismo saber si la forma de difundir el servicio de rehabilitación no es el adecuado o insuficiente. Actualmente el número de pacientes del 2019 ha aumentado considerablemente en comparación del 2018.

CONCLUSIONES

Se concluye que la mayor incidencia se presenta de los 50 a los 90 años en el sexo femenino. El 56% de la población total es residente de las comunidades de Temascalapa y Santa Ana, siendo solo estas dos más del 50% de la población total. Es necesario valorar los próximos años para saber si la epidemiología de este municipio continua o si existe algún factor que la modifique así como valorar la difusión del servicio para que más gente sea beneficiada y se pueda tener los recursos y materiales necesarios para atender las patologías de mayor incidencia.

REFERENCIAS

- Montaño Martinez rojas .(2013). Metodología de la investigación para el área de la salud .Mexico : Benemerita Universidad Automoma de Puebla
- Sedesol.(2010) Informe anual sobre la situación de pobreza y regazo social.indicadores I,I,6
- Dif.(abril 12 del 2019).unidades Básicas de rehabilitación en Integración social.2019, de Dif Estado de México Sitio web: http://difem.edomex.gob.mx/unidades_basicas_rehabilitacion_integracion_social
- Unidades Básicas de Rehabilitación e Integración Social | DIF Estado de México [Internet]. [cited 2019 Apr 12]. Available from: http://difem.edomex.gob.mx/unidades_basicas_rehabilitacion_integracion_social
- Szklo M.(2000) Epidemiología intermedia : conceptos y aplicaciones. Ediciones Díaz de Santos. 464 p.
- Ojeda OMVECPMa. (2017) Perfil clínico, epidemiológico del brote epidémico de dengue durante el fenómeno del Niño Costero .. Rev cuerpo médico. 2018;11(1):52-61.
- H. BPLGRRCB. (2017) Perfil epidemiológico de los ingresos al Módulo de Cirugía de Cadera y Pelvis del Hospital General Xoco de la Secretaría de Salud. Acta Ortop Mex.,31(6):273-8.

Prueba de Grubbs para la Discriminación de Valores Atípicos en la Caracterización de la Dinámica de Tecleo de Usuarios

A. Luisa Vázquez-Pardo¹, Eric Simancas-Acevedo¹, Eduardo De Carlos-López², L. Adrián Lizama-Pérez¹

¹Universidad Politécnica de Pachuca, Maestría en Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Carretera Pachuca-Cd Sahagún, km 20, Ex Hda. De Santa Bárbara, Zempoala, Hidalgo, México.

²Centro Nacional de Metrología, Laboratorio de Tiempo y Frecuencia. Carretera a los Cues, km 4.5, El Marqués, Querétaro, México.

Recibido: Agosto 19, 2019; Aceptado: Septiembre 25, 2019.

Resumen (CCCF)

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo caracterizar la dinámica de tecleo de los usuarios que posteriormente deseen hacer uso de un sistema de autenticación remota, esto con la finalidad de obtener datos filtrados que precisen la distinción de cada usuario, según la velocidad con la que liberan una tecla y presionan la siguiente mientras escriben una frase. La forma para recolectar los datos propios de la dinámica de tecleo es mediante el método `java.lang.System.currentTimeMillis()` que devuelve el tiempo en milisegundos correspondiente a la hora actual. Lo anterior permite obtener el tiempo exacto en que una tecla es presionada y liberada para calcular mediante restas, el evento soltar-pulsar (SP). Lo siguiente es que el usuario teclee diez veces la misma frase y mientras esto ocurre el sistema calcule los eventos SP de cada muestra para que enseguida la prueba de Grubbs detecte y discrimine los tiempos SP considerados como atípicos. Como resultado se obtiene una plantilla del usuario que determina el área de aceptación que define a este, con lo cual se concluye que, aplicarle un filtrado a las muestras de caracterización antes del cálculo de las funciones que determinan la identidad de un usuario es pieza clave para obtener un umbral de aceptación menos permisivo.

Palabras clave: Dinámica de Tecleo, Prueba de Grubbs, Valores atípicos.

Abstract (CCCF)

This research work focused is to characterize the typing dynamics of users who subsequently wish to make use of a remote authentication system, this with the purpose of obtaining filtered data that requires the distinction of each user, according to the speed with which release a key and press the next one while writing a sentence. The way to collect data of the dynamics typing is through the `java.lang.System.currentTimeMillis ()`, method that returns the time in milliseconds corresponding to the current time. This allows to obtain the exact time in which a key is pressed and released to calculate by subtraction, the release-press event (SP). The following is that the user types the same phrase ten times and while this happens the system computes the SP events of each sample so that the Grubbs test immediately detects and discriminates the SP times considered as atypical. As a result, a template obtained is from the user that determines the area of acceptance that defines this, which concludes that, applying a filtering to the characterization samples before calculating the functions that determine the identity of a user is a key piece to obtain a less permissive acceptance threshold.

Keywords: keystroke Dynamics, Grubbs Test, Outliers.

INTRODUCCIÓN

Existen tres tipos de métodos para la determinación de la identidad de un usuario, los cuales son: prueba por conocimiento, prueba por posesión y la biometría. De las anteriores, las dos primeras conforman la técnica tradicional de autenticación de dos factores.

Misma que recientemente se considera vulnerable a ataques como la predicción de contraseña, verificador robado, ataque de intermediario, entre otros [1]. Para disminuir este problema de seguridad, se ha

implementado en los sistemas la autenticación biométrica.

La biometría, según *Tierry, E; Chuan C.* [2], generalmente se puede dividir en dos categorías: biometría fisiológica, que son características biológicas/químicas que son innatas o desarrolladas naturalmente (cara, palmas de las manos, iris, etc.) y biometría conductual, que son gestos o rasgos que se aprenden o se adquieren (voz, escritura a mano, firmas, dinámica de tecleo, etc.).

La dinámica de tecleo o de pulsaciones es un comportamiento biométrico que se encuentra entre muchas características físicas y de

comportamiento actualmente investigadas. Esto debido a las múltiples ventajas que posee como lo son; transparencia, no invasividad y bajo costo de implementación.

DESARROLLO

Para la caracterización de la dinámica de tecleo de los usuarios se cuenta con una metodología general (ver fig. 1) que permite la creación de la plantilla de cada usuario.



Fig. 1. Diagrama de bloques de la metodología para la generación de la plantilla de usuario.

Comenzando por el sensor de adquisición. Se utiliza como dispositivo para la extracción de características, el teclado, dispositivo que se considera como el más importante para la introducción de nuevos datos a la computadora.

Es importante mencionar la mayor ventaja de utilizar un teclado que ya esté integrado en el equipo de cómputo, la cual es que no se requiere de la compra de hardware adicional como lo es el caso de un sensor de huella dactilar, por poner un ejemplo.

Como extractor de características. Se usa un método propio de Java EE en NetBeans IDE 8.0.2, mismo que devuelve el tiempo en milisegundos (ms) desde el primero de enero de 1970, `java.lang.System.currentTimeMillis()`. La característica, que en este caso es el tiempo correspondiente al evento soltar-pulsar (SP), se obtiene una vez que el sistema detecta el presionado de una tecla (`keyPressed`) y almacena el tiempo correspondiente a la hora actual en milisegundos.

El tiempo de la liberación de la tecla se almacena cuando ocurre un `keyReleased`, y una vez teniendo ambos tiempos se calcula la resta del tiempo en que se presionó la tecla siguiente menos el tiempo en que se liberó la tecla anterior, obteniendo así el evento SP (ver fig. 2).

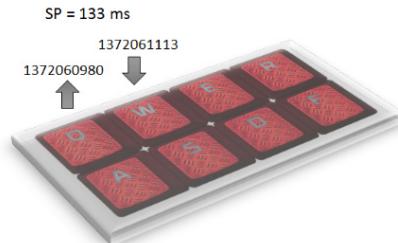


Fig. 2. Tiempo correspondiente al evento SP.

Cabe mencionar que, el número total de los eventos SP resultantes de una frase, será la longitud de la frase menos uno. Por ejemplo, la palabra TRIGONOMETRÍA consta de 13 caracteres. Los eventos SP de esta palabra serán 12 que son los tiempos que el usuario pasa de la letra T a la letra R, de la letra R a la tecla I, y así sucesivamente hasta llegar al último evento SP que sería el correspondiente a la liberación de la tecla que contiene la letra I y la presión de la A.

El uso de la palabra TRIGONOMETRÍA como ejemplo, es porque, según Bleha, D; et al. [3], los errores de clasificación en la dinámica de tecleo aumentan cuando la cantidad de caracteres de la secuencia clave (frase/contraseña) es inferior a diez letras.

En la última parte de la metodología, que es la clasificación, se realiza la captura de diez muestras de la frase del usuario. Para facilitar esta tarea se cuenta con una interfaz simple en donde la persona se registra con un nombre de usuario y procede a teclear su frase diez veces (ver fig. 3).



Fig. 3. Interfaz para la captura de las muestras que conformarán la plantilla del usuario.

Mientras se recolectan las muestras, el sistema va obteniendo los eventos SP y al finalizar calcula una media muestral y una desviación estándar de cada evento en cada muestra.

A continuación se enlistan los tiempos, en ms transcurridos desde el primero de enero de 1970 hasta el momento de pulsado o liberación de teclas, correspondientes a la muestra 1 (ver tabla 1).

Tabla 1. Tiempos pulsar y soltar de las letras que conforman la frase "TRIGONOMETRIA".

Letra	Tiempos de presión y liberación MUESTRA 1	
	PULSAR	SOLTAR
T	1565723858718	1565723858830
R	1565723858844	1565723858853
I	1565723858862	1565723858872
G	1565723859418	1565723859510
O	1565723859551	1565723859627
N	1565723859768	1565723859838
O	1565723859946	1565723860034
M	1565723860178	1565723860274
E	1565723860357	1565723860479
T	1565723860644	1565723860747
R	1565723860879	1565723860956
I	1565723860999	1565723861082
A	1565723861382	1565723861500

Lo siguiente es calcular los eventos SP de la frase usando la ecuación (1). Esta ecuación específicamente calcula el primer evento que es el que ocurre al liberar la tecla T y presionar la R. Para obtener los siguientes basta con sumarle 1 a las subíndices de cada variable en la ecuación hasta que el subíndice de S_{L1} sea igual a la longitud de la frase menos 1.

$$SP_1 = P_{L2} - S_{L1} \quad (1)$$

Donde:

SP_1 = Tiempo entre la liberación de la letra 1 y la presión de la tecla 2.

P_{L2} = Tiempo en el que se pulsó la letra 2 de la frase.

S_{L1} = Tiempo en el que se liberó la letra 1 de la frase.

Para las siguientes muestras, que son de la número 2 a la 10, el proceso es el mismo. Los datos de la fig. 4, permiten observar el tiempo de cada evento en las diez muestras tomadas. Observe que, el primer tiempo de cada muestra corresponde al tiempo en ms que el usuario tardó en pasar de la tecla T a la tecla R. El segundo valor es propio de la tecla R a la tecla I, y así sucesivamente.

```
EVENTOS SOLTAR-PULSAR DE CADA MUESTRA
-----
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 1 son:
[[18.0, 9.0, 113.0, 33.0, 163.0, 105.0, 108.0, 58.0, 14.0, 57.0, 42.0, 231.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 2 son:
[[141.0, 264.0, 25.0, 29.0, 140.0, 124.0, 140.0, 96.0, 55.0, 60.0, 107.0, 188.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 3 son:
[[114.0, 155.0, 373.0, 19.0, 156.0, 112.0, 124.0, 94.0, 48.0, 69.0, 63.0, 227.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 4 son:
[[183.0, 107.0, 153.0, 16.0, 144.0, 98.0, 95.0, 66.0, 33.0, 116.0, 79.0, 268.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 5 son:
[[154.0, 28.0, 116.0, 16.0, 127.0, 103.0, 112.0, 85.0, 43.0, 43.0, 65.0, 215.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 6 son:
[[125.0, 8.0, 127.0, 13.0, 166.0, 83.0, 118.0, 84.0, 39.0, 96.0, 64.0, 242.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 7 son:
[[117.0, 166.0, 148.0, 16.0, 188.0, 110.0, 123.0, 88.0, 56.0, 64.0, 70.0, 272.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 8 son:
[[194.0, 243.0, 547.0, 323.0, 369.0, 87.0, 91.0, 23.0, 46.0, 98.0, 200.0, 131.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 9 son:
[[136.0, 14.0, 163.0, 32.0, 145.0, 84.0, 104.0, 75.0, 13.0, 49.0, 48.0, 216.0]]
Los tiempos SOLTAR-PULSAR 10 son:
[[92.0, 179.0, 161.0, 19.0, 143.0, 105.0, 113.0, 33.0, 45.0, 32.0, 43.0, 131.0]]
```

Fig. 4. Primer plantilla del usuario.

Observe en la figura 5, que cada línea representa el evento SP 1, 2, 3,..., 10 de cada muestra. A estos datos se les aplicará adelante una prueba de Grubbs con la finalidad de detectar los eventos SP atípicos, lo cual se refiere a tiempos que sean demasiado pequeños o grandes respecto de los de las demás muestras.



Fig. 5. Eventos SP de la primera plantilla del usuario.

De la misma forma en la que se observan los datos en la gráfica anterior, se procede a calcular, con la ecuación (2), la media muestral de los eventos SP de las diferentes muestras. Observe el ejemplo de la media del primer evento SP de cada muestra en la tabla 2.

$$\mu_{SP1} = \frac{\sum_{i=0}^N M1_i + M2_i + \dots + M10_i}{N-1} \quad (2)$$

Donde:

μ_{SP1} = Media muestral de los eventos SP1 de todas las muestras.

$M1_i$ = Evento SP1 de la muestra 1.

$M2_i$ = Evento SP1 de la muestra 2.

$M10_i$ = Evento SP1 de la muestra 10.

N = Número de muestras que conforman la plantilla.

Tabla 2. Cálculo de la media muestral de los eventos SP1.

Número de muestra	Media de los eventos SP de la letra T a la letra R	
	EVENTO	TIEMPO (ms)
1	T-R	18
2	T-R	141
3	T-R	114
4	T-R	183
5	T-R	154
6	T-R	125
7	T-R	117
8	T-R	94
9	T-R	136
10	T-R	92
MEDIA	T-R	130.44

Después de calcular la media de todos los eventos SP, se obtendrán un total de doce medias, correspondientes a los doce eventos de la frase que el usuario a tecleado para generar su plantilla. Posterior a esto, se calcula la desviación estándar por evento utilizando (3).

$$\delta_{SP1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^N (M_{1i} - \mu_{SPi})^2 + \dots + (M_{10i} - \mu_{SPi})^2}{N-1}} \quad (3)$$

Donde:

δ_{SP1} = Desviación estándar de los eventos SP1 de todas las muestras.

μ_{SPi} = Media muestral del evento SP.

M_{1i} = Evento SP1 de la muestra 1.

M_{2i} = Evento SP1 de la muestra 2.

M_{10i} = Evento SP1 de la muestra 10.

N = Número de muestras que conforman la plantilla.

Finalmente, la primer plantilla del usuario queda conformada por las diez muestras, la media de los eventos y la desviación estándar. Estas últimas se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Media muestral, desviación estándar y coeficiente de variación de los eventos SP.

Evento SP	Funciones estadísticas de los eventos SP de todas las muestras.		
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
T-R	130.44	46.41	35.57%
R-I	130.33	99.46	76.31%
I-G	214	153.75	71.84%
G-O	57.33	95.82	167.13%
O-N	193.44	73.43	37.96%
N-O	112.77	17.95	15.91%
O-M	125.33	19.60	15.63%
M-E	78	26.59	34.08%
E-T	43.55	15.82	36.32%
T-R	76	27.98	36.81%
R-I	86.77	47.78	55.06%
I-A	235.66	55.27	23.45%

Observe que, en la tabla 3 hay una columna referente al coeficiente de variación (CV), el cual fue calculado utilizando (4). Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar.

$$CV = \frac{S}{M} \quad (4)$$

Donde:

S = Desviación estándar de los eventos SP.

M = Media muestral de los eventos SP.

Gráficamente, el CV muestra el umbral que caracteriza la dinámica de tecleo del usuario que generó la plantilla (ver fig. 6.).

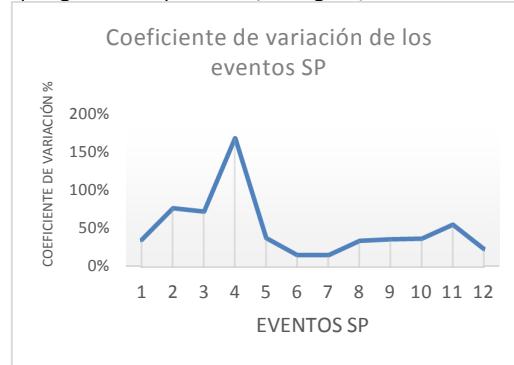


Fig. 6. Umbral representativo de la primer plantilla del usuario con los eventos SP de la frase TRIGONOMETRIA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se describe en el resumen del presente trabajo, la intención de la caracterización de la dinámica de tecleo es para su posterior uso como una herramienta de autenticación. Así que, se pretende usar el umbral representado en la figura 6 como un área de aceptación del usuario.

Lo anterior planteando la hipótesis de que, al loguearse con las credenciales correspondientes, y obteniendo el CV de una nueva muestra, este caiga dentro del CV que establece la plantilla del usuario de quien dice ser.

Sin embargo, como es de observarse, el umbral de la primera plantilla del usuario tiene algunos picos que abren más el área de aceptación lo cual podría aumentar las posibilidades de alguna usurpación.

Es por ello que en lo siguiente se procesa la primera plantilla con la prueba de Grubbs, con la finalidad de que el área de aceptación sea más ajustada y menos permisiva.

La prueba de Grubbs es un método que fue planteado por Frank E. Grubbs desde el año 1969. Esta prueba se utiliza para detectar valores atípicos en un conjunto de datos univariante según Amón Uribe, I [4].

Para aplicar la prueba se debe escoger el nivel de confianza y compararlo con el valor correspondiente de acuerdo con la tabla de valores críticos (ver fig. 7).

Number of Observations n	Values of Grubbs Statistic (G)					
	Confidence Level (%)					
99.9	99.5	99	97.5	95	90	
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213

Fig. 7. Valores críticos para la prueba de Grubbs.

Para este caso, el valor crítico será el correspondiente al nivel de significancia de 95 % para 10 observaciones ya que se aplicará en las diez muestras de la plantilla del usuario. Si el valor resultante de la prueba es mayor que el valor crítico se considera el dato como atípico.

La prueba se aplica a cada evento de cada muestra, de la misma forma en que se obtiene la media y la desviación. Para mostrar un ejemplo se procesarán los eventos SP de la tecla T-R con los siguientes pasos:

1. Ordenar los datos de menor a mayor.
T-R → 18, 92, 94, 114, 117, 125, 136, 141, 154, 183
2. Se marca en azul el evento menor y el mayor de la serie de datos en rojo.
18, 92, 94, 114, 117, 125, 136, 141, 154, 183
3. Para determinar si el evento menor es atípico se aplica (5) y para el caso del evento mayor se usa (6).

$$G_i = \frac{X_m - X_i}{S} \quad (5)$$

$$G_n = \frac{X_i - X_m}{S} \quad (6)$$

Donde:

G_i , G_n = Prueba de Grubbs para mínimos y máximos respectivamente.

X_m = Media del evento SP correspondiente.

X_i = Valor del evento SP.

S = Desviación estándar del evento SP correspondiente.

Sustituyendo en (5) con el valor mínimo y en (6) con el valor máximo, se obtiene lo siguiente.

$$G_i = \frac{130.44 - 18}{46.41} = 2.42$$

$$G_n = \frac{183 - 130.44}{46.41} = 1.13$$

Comparando el resultado de ambas pruebas con el valor crítico, que recordemos es 2.176, se determina que el valor mínimo de los

eventos T-R es un valor atípico y lo contrario ocurre con el valor máximo.

Los pasos anteriores se realizan a los 12 eventos de la frase y como resultado se marcan con rojo en la tabla 4 los valores atípicos de todos los eventos.

Tabla 4. Prueba de Grubbs a los eventos SP.

Evento SP	Prueba de Grubbs para mínimos y máximos.			
	MINIMOS	PRUEBA DE GRUBBS	MAXIMOS	PRUEBA DE GRUBBS
T-R	18	2.42	183	1.13
R-I	8	1.22	264	1.34
I-G	25	1.22	547	2.16
G-O	13	0.46	323	2.77
O-N	127	0.90	369	2.39
N-O	83	1.65	124	0.62
O-M	91	1.75	140	0.74
M-E	23	2.06	96	0.67
E-T	13	1.93	56	0.78
T-R	32	1.57	116	1.42
R-I	42	0.93	200	2.36
I-A	131	1.89	272	0.65

Lo siguiente es sustituir en la primer plantilla del usuario los valores atípicos con un cero (ver fig. 8), y recalcular la media y la desviación estándar para obtener un nuevo coeficiente de variación.

```

MUESTRA 1: [0.0, 9.0, 113.0, 33.0, 163.0, 105.0, 108.0, 58.0, 14.0, 57.0, 42.0, 231.0]
MUESTRA 2: [[141.0, 264.0, 25.0, 29.0, 140.0, 124.0, 140.0, 96.0, 55.0, 60.0, 107.0, 188.0]]
MUESTRA 3: [[114.0, 155.0, 373.0, 19.0, 156.0, 112.0, 124.0, 94.0, 48.0, 69.0, 63.0, 227.0]]
MUESTRA 4: [[183.0, 107.0, 153.0, 16.0, 144.0, 98.0, 95.0, 66.0, 33.0, 116.0, 79.0, 268.0]]
MUESTRA 5: [[154.0, 28.0, 116.0, 16.0, 127.0, 103.0, 112.0, 85.0, 43.0, 43.0, 65.0, 215.0]]
MUESTRA 6: [[125.0, 8.0, 127.0, 13.0, 166.0, 83.0, 118.0, 84.0, 39.0, 96.0, 64.0, 242.0]]
MUESTRA 7: [[117.0, 166.0, 148.0, 16.0, 188.0, 110.0, 123.0, 88.0, 56.0, 64.0, 70.0, 272.0]]
MUESTRA 8: [[94.0, 243.0, 547.0, 0.0, 0.0, 87.0, 91.0, 23.0, 46.0, 98.0, 0.0, 131.0]]
MUESTRA 9: [[136.0, 14.0, 163.0, 32.0, 145.0, 84.0, 104.0, 75.0, 13.0, 49.0, 48.0, 216.0]]
MUESTRA 10: [[92.0, 179.0, 161.0, 19.0, 143.0, 109.0, 113.0, 33.0, 45.0, 32.0, 43.0, 131.0]]

```

Fig. 8. Nueva plantilla de usuario sin valores atípicos.

Cabe mencionar que para el cálculo de la media y la desviación se consideran únicamente los eventos SP diferentes de cero. Con lo anterior se obtienen los nuevos datos mostrados en la tabla 5.

Tabla 5. Media muestral, desviación estándar y coeficiente de variación de los eventos SP sin valores atípicos.

Evento SP	Funciones estadísticas de los eventos SP de todas las muestras.		
	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
T-R	127.44	53.57	42.03%
R-I	116.3	98.52	84.71%

I-G	191.66	152.09	79.37%
G-O	20.44	10.61	51.91%
O-N	151.44	56.49	37.30%
N-O	100.5	13.50	13.43%
O-M	111.8	14.52	12.99%
M-E	69.2	25.31	36.58%
E-T	38.2	15.17	39.73%
T-R	67.4	26.83	39.81%
R-I	63.55	30.28	47.65%
I-A	211.1	49.39	23.39%

Observemos que, dentro de los coeficientes de variación no se encuentra ninguno que sobre pase el 100%. Esto indica que el área de aceptación se ha vuelto menos permisiva (ver fig. 9).



Fig. 9. Área de aceptación del usuario.

CONCLUSIÓN

Como finalmente se observa, el CV, sin eventos SP atípicos, que determina el área de aceptación del usuario que generó la plantilla con sus respectivas credenciales (nombre de usuario y frase/contraseña), es un umbral más acotado que se espera permita un porcentaje de autenticación mayor al que podría tenerse si se ocupara el CV de la primera plantilla del usuario.

Es de suma importancia mencionar que los valores atípicos que se presentan en la generación de la plantilla, para el caso de cualquier usuario, pueden generarse por varias razones, algunas de ellas pueden ser que el usuario tenga dificultad en alguna muestra para encontrar una tecla y esto sume tiempo de más al evento SP, puede ocurrir también porque mientras el usuario escribe debe atender otra tarea y deja en pausa la prueba, incluso a estas razones pueden sumarse detalles del hardware en los que alguna tecla sea más dura al momento de presionar que otra, o bien, que el usuario deba pisar a fondo y no lo haga por falta de costumbre.

Con la comparación de las dos áreas de aceptación presentadas anteriormente, se puede concluir que es una necesidad de primer orden aplicar filtrado a los datos de la primera plantilla para obtener CV que sean realmente representativos del conjunto de muestras y con ello eliminar varios de los problemas que pueden agregar tiempo extra a los eventos SP durante la generación de la plantilla.

RECONOCIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo en la realización de esta investigación a través del número de subvención nacional: 858291.

REFERENCIAS

- [1] Pramod, K; Manmohan R. (2016). "Remote User Authentication Scheme: A Comparative Analysis and Improved Behavioral Biometrics Based Authentication Scheme". *International Conference on Micro-Electronics and Telecommunication Engineering*.
- [2] Tierry, E; Chuan C. (2017). "One-class SVM for biometric authentication by keystroke dynamics for remote evaluation". *Computational Intelligence*. Vol. 34(1). Pp. 145-160.
- [3] D. Bleha, et al. (1991). "Dimensionality Reduction and Feature Extraction Applications in Identifying Computer Users". *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Vol. 21(2). Pp. 452-456.
- [4] Amón Uribe, I. (2010). "Guía Metodológica para la selección de técnicas de depuración de datos. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, Escuela de Sistemas Medellín.
- [5] Ilustración de valores críticos para la prueba de Grubbs. Figura 9. Recuperado de: ASTM E178-00, "Standard Practice for Dealing with Outlying Observations".

Metodología de diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión

J. C. Bautista-Tlamayanco¹, E. E. Vera-Cárdenas², A. I. Martínez-Pérez^{1,2}, G. Villagómez-García¹, J. C. Ramos-Fernández¹

¹Universidad Politécnica de Pachuca. Carretera Ciudad Sahagún-Pachuca Km. 20, Zempoala, Hidalgo, México.

²Tecnológico Nacional de México/I.T. Pachuca, Carretera México-Pachuca Km. 87.5, Col. Venta Prieta Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

Recibido: Agosto 31, 2019; Aceptado: Septiembre 11, 2019.

Resumen (ÁREA TEMÁTICA: CI)

El fenómeno de erosión puede ser causado por partículas abrasivas que fluyen en un gas, estas partículas abrasivas inciden sobre una superficie, ocasionando una remoción de material en la región de incidencia, en casos extremos puede llegar a una pérdida de espesor considerable y producir un daño más severo, por lo que, es importante evaluar en los diversos tipos de materiales su comportamiento ante la erosión, esto para determinar su rendimiento en posibles aplicaciones en sistemas mecánicos que tienen contacto con el exterior, como en el caso de palas de generadores eólicos, partes de aeronaves, partes automotrices, etc. En el presente trabajo se describe la metodología de diseño Quality Function Deployment (QFD) o Despliegue de la Función Calidad de una máquina tribológica para pruebas de erosión bajo condiciones de prueba que se ajusten a diferentes procesos. Para este caso la maquina se consideran diferentes variables como lo son el tipo de material abrasivo (Tamaño de partícula), la velocidad de impacto de las partículas abrasivas, distancia entre boquilla y probeta, el ángulo de ataque, la concentración de material abrasivo (Flujo másico), temperatura de operación y duración de la prueba. Con base a esto se implementó dentro del diseño de la máquina de erosión el control de temperatura, control del flujo abrasivo y el control de velocidad de impacto de la partícula abrasiva, lo que permitirá tener una reproducibilidad y precisión en las pruebas realizadas. Obteniendo como resultado el diseño definitivo de una máquina tribológica que será funcional para la realización de pruebas de erosión bajo condiciones de operación controladas. Además, se obtuvo la validación numérica en el software especializado ANSYS del proceso de calentamiento del portaprobetas, a través de un análisis térmico transitorio realizado a los materiales propuestos para verificar su comportamiento, a partir del cual se pudo determinar que el aluminio presenta un excelente comportamiento como conductor de temperatura cumpliendo con los requerimientos de diseño.

Palabras clave: Diseño, erosión, QFD, tribología.

Abstract (AREA CI)

The erosion phenomenon can be caused by abrasive particles flowing in a gas, these abrasive particles impact on a surface, causing a removal of material in the region of incidence, in extreme cases it can reach a considerable thickness loss and cause damage more severe, therefore, it is important to evaluate in the various types of materials their behavior against erosion, this to determine their performance in possible applications in mechanical systems that have contact with the outside, as in the case of wind generator blades, aircraft parts, automotive parts, etc. This paper describes the design methodology of the Quality Function Deployment (QFD) of a tribological machine for erosion tests under test conditions that fit different processes. For this case the machine is considered different variables such as the type of abrasive material (particle size), the impact speed of the abrasive particles, distance between nozzle and specimen, the angle of attack, the concentration of abrasive material (Flow mass), operating temperature and test duration. Based on this, the temperature control, abrasive flow control and the impact speed control of the abrasive particle were implemented within the erosion machine design, which will allow reproducibility and accuracy in the tests performed. Obtaining as a result the definitive design of a tribological machine that will be functional for carrying out erosion tests under controlled operating conditions. In addition, numerical validation was obtained in the specialized software ANSYS of the heating process of the specimen holder, through a transient thermal analysis carried out on the proposed materials to verify its behavior, from which it was possible to determine that the aluminum exhibits an excellent behavior as a temperature conductor complying with the design requirements

Key words: Design, erosion, QFD, tribology.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en México la industria energética, aeronáutica y automotriz ha tenido un gran crecimiento, debido a que grandes empresas se han instalado en diversos puntos del país, las cuales tienen dentro de su estructura áreas de desarrollo y evaluación mecánica de materiales. En el caso particular de partes exteriores, los materiales compuestos son los más utilizados, debido a su buen rendimiento mecánico, es por esto, que se presenta la necesidad de determinar sus propiedades tribológicas. Para evaluar el comportamiento ante condiciones de agentes abrasivos que impacta sobre su superficie que se pueden presentar en el ambiente, se realiza la prueba tribológica de erosión aplicando la norma ASTM G76 [1], la cual muestra la metodología y las condiciones para evaluar los diversos materiales. La erosión es una remoción de material de una superficie causada por el impacto de un cuerpo que viaja a través del aire o agua, en casos extremos puede llegar a una pérdida de espesor considerable y producir un daño más severo [2].

En el presente trabajo se describe la metodología aplicada para el diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión. En la cual se implementarán elementos electrónicos y electromecánicos que a través de una interfaz electrónica presentarán precisión en el control de la velocidad de impacto de las partículas abrasivas, distancia entre boquilla y probeta, el ángulo de ataque, la concentración de material abrasivo (Flujo másico), temperatura de operación y duración de la prueba. Esto con el propósito de realizar pruebas de erosión en materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos, bajo diferentes condiciones y con reproducibilidad para evaluar su comportamiento de desgaste por erosión, lo que permitirá concluir si los materiales evaluados son aptos para determinadas aplicaciones o pueden fallar.

MATERIALES

En el presente trabajo se utilizó el software de diseño Solidwork para el desarrollo de dibujos 3D. Se realizó un análisis térmico transitorio en el módulo de workbench de ANSYS para

determinar la conducción térmica del porta muestras.

METODOLOGÍA DE DISEÑO

En esta sección se describe el proceso de diseño de una máquina para pruebas de erosión por partícula sólida utilizando la metodología Quality Function Deployment (QFD) o Despliegue de la Función Calidad [3].

El diseño requiere de un conjunto de actividades basadas en conocimiento técnicos e ingenieriles, para llevar a cabo el diseño de forma ordenada y eficaz es necesario contar con una metodología, el proceso de la metodología se puede estructurar como se observa en la Figura 1.



Fig 1. Estructura de diseño.

La metodología QFD tiene como objetivo integrar los requerimientos y expectativas de los clientes al proceso de diseño. Con apoyo de un método racional se busca establecer el mejor diseño posible de acuerdo a los requerimientos, este método se basa en una lista de verificación que se representan como estaciones (Figura 2).

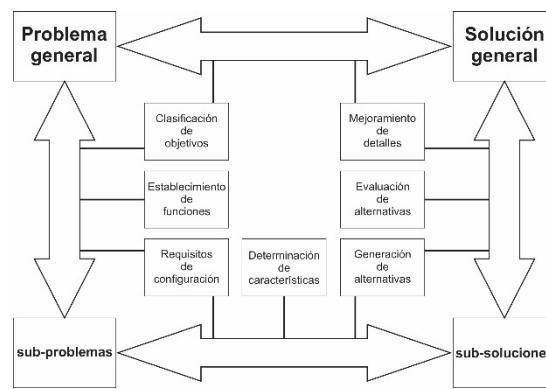


Fig. 2. Estaciones de la metodología de diseño.

Clarificación de objetivos

Para establecer la clarificación de objetivos del diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión, se realizó un diagrama de árbol de objetivos. En el cual se definieron y ordenaron los objetivos de mayor a menor importancia,

además se consideraron las necesidades dividiéndolas en sub-objetivos (Figura 3). Para el desarrollo de este trabajo se presentaron 4 objetivos principales:

- La máquina tribológica debe adaptarse y cumplir los requerimientos de la norma ASTM G-76, esto para dar certeza y garantía de la prueba que se realiza.
- Obtener una reproducibilidad en las pruebas para disminuir los errores.
- Facilidad de operación para agilizar tiempos y uso general de la máquina.
- Seguridad de operador.

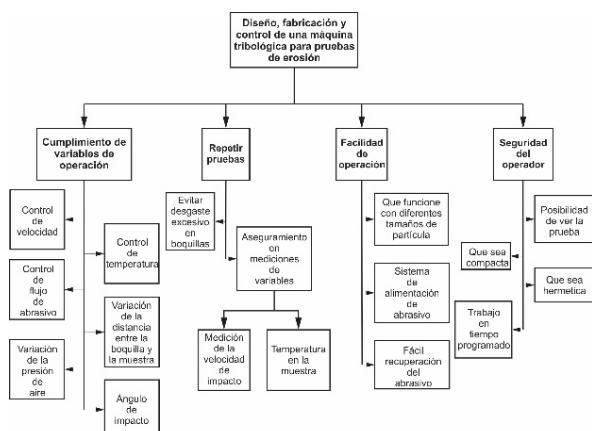


Fig. 3 Diagrama de árbol de objetivos.

Establecimiento de funciones.

Teniendo los objetivos definidos se empleó el análisis de función, en el cual se establecieron las funciones requeridas y el límite del sistema [4]. Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

1. Expresar las funciones en términos de entrada y salida.
2. Desglosar el fondo general en un conjunto de sub-funciones que comprenden todas las tareas que debe realizar la caja.
3. Dibujar un diagrama de bloques que muestre las interacciones entre sub-funciones, la caja negra para hacerse transparente.
4. Delimitar el límite del sistema.
5. Buscar componentes apropiados para realizar las sub-funciones.

Para representar las funciones generales que realiza la máquina en términos de entradas y salidas se utilizó un esquema que simboliza una caja negra (Figura 4), la cual hace referencia a las funciones generales que realiza la máquina en términos de entradas y salidas. Los datos de entrada mostrados en la caja negra se refieren a los datos necesarios para que funcione el sistema, los cuales son la velocidad de impacto de la partícula, ángulo de probeta, Temperatura en la probeta, distancia entre la probeta y boquilla, flujo másico y tiempo de trabajo.

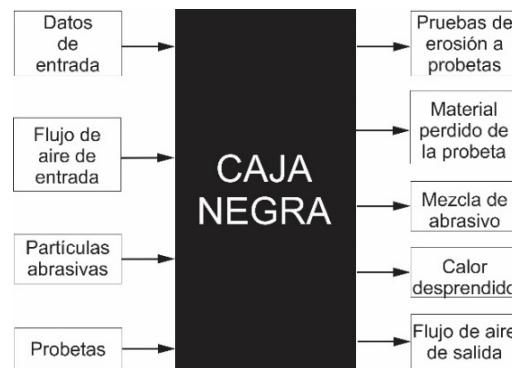


Fig. 4. Caja negra de funciones.

Posteriormente se estableció el esquema de una caja transparente que permitió hacer la descomposición de las funciones generales en sub-funciones mostrando las relaciones entre ellas (Figura 5). El modelo de la caja transparente ayuda a identificar el comportamiento del sistema mediante sub-funciones específicas de una manera simplificada.

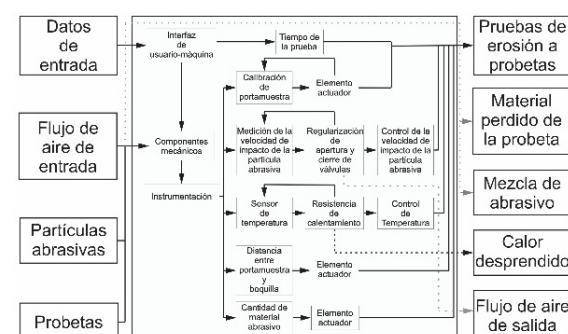


Fig. 5. Caja transparente de funciones y sub-funciones.

Requisitos de configuración

Los problemas de diseño se establecieron dentro de los límites como lo son costo, tamaño o peso de la máquina, los objetivos de diseño y el establecimiento de funciones, esto último se

refiere a las declaraciones de lo que el diseño debe de hacer, pero no se establecen en términos de límites precisos.

Se realizó una descripción precisa de los requerimientos para el diseño de la máquina, así como, considerar los diferentes niveles de las funciones y sub-funciones para establecer el máximo alcance en el diseño. Los requerimientos se dividieron en cuatro secciones (Tabla 1).

1.- *Mecánica*: Especifica el tipo de material, dimensiones general y estética de la máquina.

2.- *Electrónica e instrumentación*: Detalla los diferentes sensores, actuadores requeridos y voltajes a trabajar.

3.- *Instrumentación virtual*: Detalla las partes fundamentales que debe contener la interfaz hombre máquina.

4.- *Condiciones de operación*: Detalla los aspectos generales para la realización de la prueba de erosión.

Tabla 1. Requerimientos de diseño

Requerimiento	N/D
<i>Mecánico</i>	
Tamaño	100x70x160 cm
Peso	Menor a 150 kg
Materiales	Acer 1018, Acer A36 y aluminio
Color	Negro
<i>Electrónica e instrumentación</i>	
Alimentación	127 Vca
Sensores	Temperatura y presión
<i>Instrumentación virtual</i>	
Paro de emergencia	Visible y de respuesta inmediata
Banco de datos	Archivo
Interfaz	Gráfica y de fácil uso
<i>Condición de operación</i>	
Temperatura de trabajo	Hasta 200°
Velocidad de partícula de impacto	de 15 a 100 m/s
Tiempo de operación	1 hora de funcionamiento continuo
Ángulo de impacto	de 15 a 90°
Distancia entre boquilla y probeta	de 0.5 a 10 cm
Presión	100 psi

Determinación de características

Teniendo los requerimientos de diseño, el QFD permitió su traducción a características de ingeniería llevando a cabo los siguientes pasos:

1. *Identificación del cliente*. Para este trabajo se evaluó e identificaron los fenómenos que conciernen a la erosión que ocurren a diversos

materiales. Debido a que no se cuenta con una máquina tribológica de erosión de referencia es necesario diseñar esta plataforma que sea capaz de simular el fenómeno de erosión bajo diferentes condiciones de temperatura, flujo másico, tiempo de exposición y presión de aire.

2. *Determinación de los requerimientos*. Las funcionalidades requeridas en la máquina de erosión para realizar los ensayos de erosión por partícula sólida son el que acepte diferentes tipos de probetas, capacidad para realizar la mayor cantidad de ensayos, fácil mantenimiento, interface, opere en un rango de distancia entre boquilla y probeta, opere a diferentes ángulos, opere con diferentes tamaños de partícula, opere en un rango de temperatura, opere a diferentes velocidades de impacto en la partícula, regular la cantidad de abrasivo y segura para el operador.

3.- *Determinación de la importancia relativa de los requerimientos*. A partir de la identificación de las funciones o requerimientos que son deseables para la máquina de erosión se realizaron las evaluaciones que nos determinen su importancia (Tabla 2). Se consideró un puntaje de 1 a 11 siendo el valor 1 el de mayor importancia y el 11 el de menor importancia.

Tabla 2. Evaluación de los requerimientos

Requerimientos	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3
Acepte diferentes tipos de probetas			
Fácil mantenimiento			
Interface			
Opere en un rango de distancia entre boquilla y probeta			
Opere a diferentes ángulos			
Opere con diferentes tamaños de partícula			
Opere en un rango de temperatura			
Opere a diferentes velocidades de impacto en la partícula			
Regular la cantidad de abrasivo			
Segura para el operador			
Capacidad para realizar la mayor cantidad de ensayos			

4.- *Identificación y evaluación de la competencia*. Se realizó la búsqueda para identificar la competencia sobre máquinas de erosión similares que se encuentra en el mercado o en instituciones de investigación dentro del país, esta identificación nos brinda las características de las máquinas que se encuentran actualmente en el mercado para complementar o mejorar el diseño de la máquina que se está proponiendo. Se utilizó la evaluación de los requerimientos

para determinar las características de los equipos de la competencia en la Tabla 3.

Tabla 3. Evaluación de los requerimientos de la competencia

Requerimientos	IPN	FALEX	DUCOM	PROPIUESTA
Acepte diferentes tipos de probetas	(1)	(1)	(1)	(1)
Fácil mantenimiento	(1)	(1)	(1)	(1)
Interface	(1)	(1)	(1)	(1)
Opere en un rango de distancia entre boquilla y probeta	(1)	(1)	(1)	(1)
Opere a diferentes ángulos	(1)	(1)	(1)	(1)
Opere con diferentes tamaños de partícula	(1)	(1)	(1)	(1)
Opere en un rango de temperatura	(1)	(1)	(1)	(1)
Opere a diferentes velocidades de impacto en la partícula	(1)	(1)	(1)	(1)
Regular la cantidad de abrasivo	(1)	(1)	(1)	(1)
Segura para el operador	(1)	(1)	(1)	(1)
Capacidad para realizar la mayor cantidad de ensayos	(1)	(1)	(1)	(1)

● Excelente ○ Buena ⊖ Regular

5.- Traducir los requerimientos en términos mesurables de ingeniería. Se tradujeron los requerimientos que necesita el cliente en términos que puedan ser medibles para la ingeniería, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos medibles

Requerimientos	Especificación de ingeniería	Unidad de medida
Acepte diferentes tipos de probetas	Tamaño de las probetas	Milímetros (mm)
Fácil mantenimiento	Mínimo tiempo en mantenimiento	Tiempo (h)
Interface	Comunicación hombre-máquina	Pasos de operación #
Opere en un rango de distancia entre boquilla y probeta	Control de distancia entre boquilla y probeta	Distancia (mm)
Opere a diferentes ángulos	Ajuste de ángulo de la cama de pruebas	Grados (°)
Opere con diferentes tamaños de partícula	Boquillas intercambiables de acuerdo al diámetro de las partículas	Micrómetros (μm)
Opere en un rango de temperatura	Sistema de control de temperatura	Temperatura (°C)
Opere a diferentes velocidades de impacto en la partícula	Control de presión de aire de entrada	Velocidad (m/s)
Regular la cantidad de abrasivo	Control de cantidad de abrasivo utilizado por minuto	Gramos por minuto (gr/m)
Segura para el operador	Hermeticidad	#
Capacidad para realizar la mayor cantidad de ensayos	Tiempo de vida de las piezas	Tiempo (h)

Los requerimientos del cliente generaron una especificación en ingeniería. En la Tabla 5 se determinó una precisa relación entre los requerimientos del cliente y las especificaciones de ingeniería.

Tabla 5. Relación requerimientos-especificaciones

Diseño, fabricación y control de una máquina tribológica para pruebas de erosión	Acepte diferentes tipos de probetas	Fácil mantenimiento	Requerimientos del cliente					
			Interface	Opere en un rango de distancia entre boquilla y probeta	Opere a diferentes ángulos	Opere con diferentes tamaños de partícula	Opere en un rango de temperatura	Opere a diferentes velocidades de impacto en la partícula
Tamaño de las probetas	9	1	3	1			3	
Mínimo tiempo en mantenimiento		9			1			
Comunicación hombre-máquina		1	9		3		3	3
Control de distancia entre boquilla y			3	9	3		1	
Ajuste de ángulo de la cama de pruebas			3	1	9			
Boquillas intercambiables de acuerdo al Sistema de control de temperatura						9	1	
Control de presión de aire de entrada					3	1	9	3
Control de cantidad de abrasivo utilizado					3	1	3	9
Hermeticidad						3		
Tiempo de vida de las piezas		3				1	3	1

Relación:
 9=Fuerte 3=Media 1=Débil

Con la información que se obtuvo de la evaluación de los requerimientos de la competencia y los requerimientos del cliente y especificaciones de ingeniería se estructuró una matriz de calidad que es mostrada en la Figura 6. A partir de esta matriz se identificaron las relaciones existentes entre todas las características que se consideran en el diseño de esta máquina.

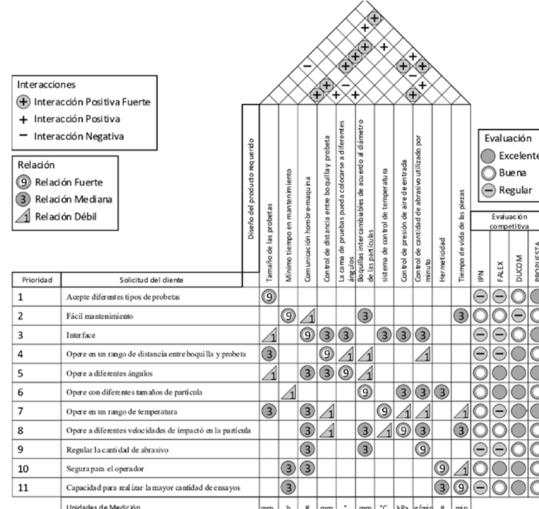


Fig. 6. Matriz de calidad

6.- Generación de alternativas. Con la identificación de la relación de cada uno de los parámetros y características que proporciona la matriz de calidad, se generaron alternativas que permitieron orientar el proceso de diseño para obtener la mejor solución. Con ayuda de una caja morfológica (Tabla 6) se designaron soluciones, para posteriormente detallar las características que integran la máquina.

Tabla 6. Caja morfológica

Sub-funciones	Soluciones		
	1	2	3
Medición de velocidad de	Método de doble disco	Sensores	Experimentación
Alimentación de abrasivo	Bomba de vacío	Por gravedad	
Medición de flujo mísico de abrasivo	Galga Extensiometrica	Experimentación	
Regulación de ángulo	Manual	Motor a pasos	Servomotor
Regulación de distancia entre	Manual	Motor a pasos	Servomotor
Regulador de presión	Electroválvula proporcional	Electroválvula todo o nada	
Medición de presión	Manómetro digital	Manómetro analógico	
Generación de calor	Resistencia tipo cartucho	Resistencia eléctrica	Flama
Medición de temperatura	Lm35	Termopar	Pirómetro óptico
Adquisición de datos	Arduino	Texas Instruments	My daq
Interface	Labview	Qt	SCADA

7.- Evaluación de alternativas. Para evaluar las alternativas se emplearon tablas comparativas para cada sub-función con base a criterios del diseñador, considerando cada una de las cualidades que posee cada alternativa de solución. Se asignó la siguiente ponderación para las evaluaciones; Excelente=10, Buena=9, Regular=8 y Mala=7.

En la Tabla 7 se muestran las diferentes alternativas que fueron propuestas en la caja morfológica, las cuales fueron evaluadas con base a criterios específicos de cada sub-función, con la finalidad de obtener la mejor opción a partir de la calificación promedio más alta de cada uno de los criterios.

Tabla 7. Evaluación de alternativas

Medición de velocidad de impacto	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Precisión	Manufactura	
Método de doble disco	9	8	7	8
Sensores	8	9	8	8.3
laser Doppler	7	10	7	8
Alimentación de abrasivo				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Estética	Manufactura	
Bomba de vacío	7	8	9	10
Gravedad	10	10	10	8
Medición de flujo mísico de abrasivo				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Confiabilidad	Manufactura	
Galga Extensiometrica	8	10	9	9
Experimentación	10	7	10	9
Regulación de ángulo				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Estética	Costo	Manufactura	
Manual	7	10	9	8
Motor a pasos	9	8	8	10
Motor Cd	8	9	7	9
Regulación de distancia entre boquilla y cama de pruebas				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Estética	Costo	Manufactura	
Manual	7	10	9	8
Motor a pasos	9	8	8	10
Motor CD	8	9	7	9
Regulador de presión				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Eficiencia	Precisión	
Servoavulva	8	10	10	9.3
Electroválvula todo o nada	9	9	8	8.6
Medición de presión				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Confiabilidad	Tiempo de respuesta	
Sensores de presion	8	10	10	9.3
Manómetro digital	10	9	7	8.6
Generación de calor				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Diseño	Costo	Manufactura	
Resistencia tipo cartucho	10	10	10	8
Resistencia eléctrica	8	8	9	10
Quemador industrial	7	7	7	9
Medición de temperatura				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Rango de temperatura	Costo	Tiempo de respuesta	
LM35	7	10	7	8
Termopar	9	9	9	10
Pirómetro	10	7	10	7
Adquisición de datos				
	Criterios de evaluación			Resultados
	Costo	Precisión	Adecuación de señales	
Arduino	10	9	10	9.6
Texas Instruments	9	10	9	9.3
My daq	8	8	8	8

Diseño conceptual

Una vez que se determinaron las soluciones dentro de la etapa de la evaluación de alternativas, se procedió con el desarrollo de un diseño conceptual del prototipo, el cual es mostrado en la Figura 7.

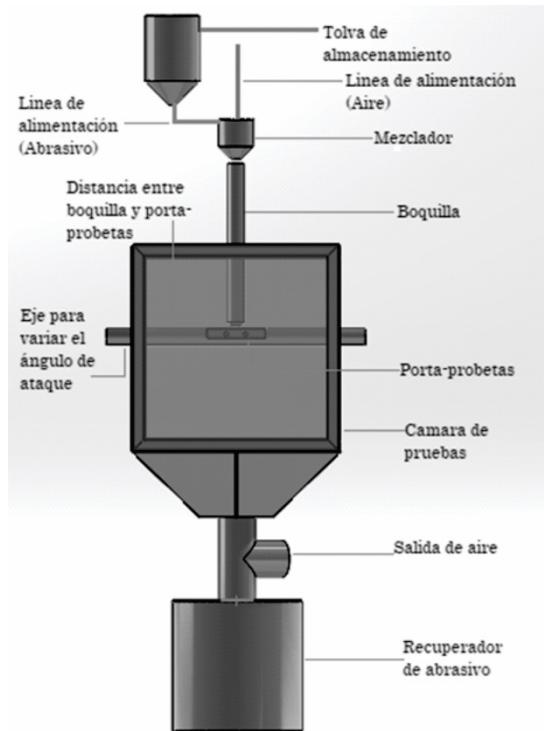


Fig. 7. Diseño conceptual de la máquina de erosión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para reducir costos y tiempo de fabricación en el desarrollo de productos, el prototipo y las pruebas tradicionales, estas fueron remplazadas en gran parte por un proceso de diseño basado en análisis numérico, el cual reduce la necesidad de crear prototipos físicos, permitiendo predecir con éxito el rendimiento del producto, con base a modelos matemáticos.

Análisis térmico transitorio

Un análisis de transferencia de calor estacionario es independiente del tiempo que tarda el flujo de calor en alcanzar un régimen permanente, mientras que un análisis de calor que cambia con el tiempo se denomina análisis térmico transitorio.

Para este trabajo se realizó el análisis térmico transitorio al portaprobeta propuesto para la máquina de erosión, al cual podrá aplicarse temperatura durante las pruebas, para el proceso de calentamiento se utilizaron resistencias tipo cartucho con una capacidad de 250 W, una longitud de 77 mm y un diámetro

externo de 6 mm, estos datos fueron evaluados en (1) para determinar el flujo uniforme de calor.

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}_0}{A} \quad (1)$$

$$\dot{q} = 132.97 \times 10^3 \text{ W/m}^2$$

En la Figura 8a se muestra el ensamble del portaprobeta al cual se le realizó el análisis en ANSYS [5]. La Figura 8b presenta el mallado, en el cual se consideró un tamaño de 2.5 mm, con 155754 nodos y 103944 elementos, estableciendo dos regiones de contacto entre cada elemento sólido.

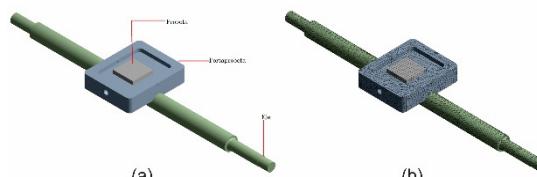


Fig. 8. a) Ensamble del portamuestras y b) tamaño de malla.

Para el análisis numérico se usaron 3 diferentes materiales de prueba (Figura 9), el aluminio con una conductividad térmica $k = 237.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, acero inoxidable con $k = 13.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ y un acero 1010 con $k = 45 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Se consideró una temperatura ambiente de 20°C y un valor típico del coeficiente por convección forzada de gases de $250 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. El resumen de los resultados del análisis numérico se presenta en la Tabla 8. Con base a los resultados se observa que la configuración del eje de acero inoxidable y el portaprobetas de aluminio, presenta un calentamiento rápido y de forma homogénea en el aluminio, mientras que en el eje solo se presenta calentamiento en la región cercana al portaprobetas, esto indica que no se calientan los extremos del eje en un periodo de 30 minutos que puede durar la prueba. Esto indica que la probeta que se evaluará estará en las condiciones deseadas de temperatura a los pocos minutos de iniciar el calentamiento para alcanzar la temperatura deseada de prueba. En las configuraciones evaluadas del eje de acero inoxidable y portaprobetas de acero 1010 y del eje de acero 1010 y portaprobetas de acero inoxidable, los resultados obtenidos indican un calentamiento muy lento y poco homogéneo del portaprobetas, lo que sugiere que para alcanzar

las condiciones deseadas de temperatura se requiere de un largo periodo de espera.

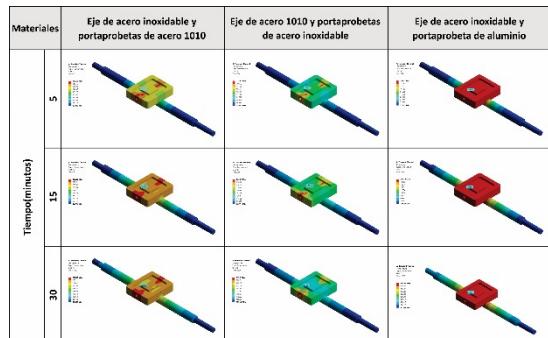


Fig. 9. Análisis térmico transitorio.

Material	Tiempo (minutos)									
	5		15		30					
	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	T _{probeta} (°C)	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	T _{probeta} (°C)	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	T _{probeta} (°C)	
Eje de acero inoxidable y portaprobetas de acero 1010	22.02	160.53	125.21	28.77	222.88	185.66	63.38	248.58	208.98	
Eje de acero 1010 y portaprobetas de acero inoxidable	24.24	221.08	117.55	68.17	284.87	168.56	139.48	315.9	192.26	
Eje de acero inoxidable y portaprobeta de aluminio	22.05	146.31	139.29	30.94	205.18	197.06	70.09	223.34	215.07	

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos por la aplicación de la metodología de diseño QFD, se concluye que el establecer de forma organizada y estructurada todos los parámetros involucrados que dictan la metodología, además de obtener soluciones prácticas y funcionales permiten desarrollar un diseño conceptual de forma eficiente y puntual que cumpla con las funciones deseadas por el cliente.

Otra conclusión de este trabajo es que una vez que se cuenta el diseño conceptual, se tiene la opción de realizar una validación a partir de un análisis numérico en software especializado, el cual nos da un acercamiento del funcionamiento de los sistemas propuestos, en este caso se realizó un análisis térmico transitorio en ANSYS, el cual permitió obtener resultados que indican el comportamiento aproximado a las condiciones reales de operación del sistema de calentamiento del portaprobetas, generando un ahorro significativo en tiempo y dinero. En este caso se confirmó que el aluminio es el material

ideal para ser aplicado como portaprobetas por su comportamiento térmico.

RECONOCIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen al Laboratorio Nacional en Vehículos Autónomos y Exosqueletos (LANAVEX LN299146) UPPachuca-CONACYTH- CINVESTAV, por su participación y por el acceso a sus instalaciones y equipos.

REFERENCIAS

- [1] ASTM Norma G 76. Standard Test Method for Conducting Erosion Tests by Solid Particle Impingement Using Gas Jets. ASTM Int 2013;G76-07:1-6. doi:10.1520/G0076-07.2.
- [2] Rostagno CM, del Valle HF, Buschiazzo D. La erosión eólica. Cenepat 2004:1-12.
- [3] Chapter F, Goetsch DL, Davis SB, Education P. Quality Function 2013:309-25.
- [4] Miranda C, Alvarado A, Garcia L, Galindo L, Matar J. Metodología en el diseño. Univ San Carlos Guatemala 2008:105.
- [5] Pablo L, Fernando IO, Edgardo IF. Análisis y simulación del comportamiento térmico del sistema integrado , estructura y componentes electrónicos del prototipo del nanosatélite Cubesat 2015:20.

Determinación de la potencia generada por un papalote profesional a través de simulaciones CFD

A. D. Soto-Guerrero¹, J. Hernández-Pérez¹, J. G. Benítez-Morales¹, M. A. Aguilera-Jiménez¹

¹Universidad Politécnica de Pachuca . Carretera Pachuca – Cd.Sahagún Km. 20
Ex-Hacienda de Santa Barbara, Zempoala, Hidalgo, Mexico.

Recibido: Agosto 31, 2019; Aceptado: Septiembre 09, 2019.

Resumen (CI)

Este documento presenta un procedimiento para calcular la energía de un papalote profesional con un perfil alar tipo Clark-Y, cuyos coeficientes aerodinámicos se obtuvieron a través de una simulación de CFD (Computational Fluid Dynamics). Posteriormente los valores obtenidos se emplearon para obtener la potencia del sistema en vuelo simple y vuelo cruzado en un rango (-20° a 20°) con respecto al ángulo de ataque.

Palabras clave: transportación de la energía del viento, coeficientes aerodinámicos, energía, CFD.

Abstract (CI)

This document presents a procedure to calculate the energy of a professional kite with a Clark-Y airfoil, whose aerodynamic coefficients were obtained through a simulation of CFD (Computational Fluid Dynamics). Subsequently, the values obtained were used to obtain the power of the system in the simple and crossed flight modes in a range (-20 ° to 20 °) with respect to the angle of attack.

Key words: aerodynamics coefficients, airfoil, energy, fluid simulation, power.

INTRODUCCIÓN

En la última década, ha habido un interés por parte de algunos grupos de investigación y compañías en desarrollar un nuevo tipo de tecnología para generar energía eléctrica a partir del viento, estos sistemas son llamados sistemas de transportación de la energía del viento. Desde un punto de vista tecnológico y científico, las propuestas de solución abarcan varias áreas como son: aeronáutica, mecatrónica, electrónica de potencia, ciencia de los materiales, entre otras. Desde el punto sociopolítico, estos sistemas van a contribuir a la generación de energía eléctrica para satisfacer las necesidades tecnológicas por parte de la sociedad, ya que la humanidad se ha vuelto dependiente de la tecnología debido a los beneficios y la comodidad que le otorga. Los transportadores de energía están conformados por uno o varios papalotes acoplados mediante dos hilos a una plataforma mecánica, la cual se encarga de enrollar o desenrollar los hilos con el propósito de provocar un movimiento al cometa; dando pie al ciclo de operación del papalote, el

cual se divide en dos fases: la fase de tracción y la fase pasiva. En la fase de tracción, el papalote se va a mover en dirección del viento y con movimientos oscilatorios para desenrollar las líneas de hilo (dichas líneas están unidas al eje de un dinamo mediante un mecanismo) con la intención de hacer rotar al eje del dinamo y así provocar la generación de energía. En la fase pasiva consiste en recuperar el papalote al enrollar el hilo a través del dinamo que se va a comportar como motor visualizándose en Antonello (2015).

Este trabajo aborda la obtención de la potencia generada por un papalote para aprovechar la fuerza del viento con base en el trabajo de Loyd (1980). El cometa empleando es profesional con una configuración inflable de 2.5 m de envergadura, se obtuvo el perfil alar del sistema en 2D con base a perfiles ya establecidos, para realizar una simulación de fluidos y así obtener los coeficientes aerodinámicos con el propósito de ser empleados en el cálculo de la potencia.

DESCRIPCIÓN DE UN PÉRFIL AERODINÁMICO

Algunos aspectos a conocer de los perfiles aerodinámicos son las partes que componen a un perfil alar como se muestra en la Figura 1.

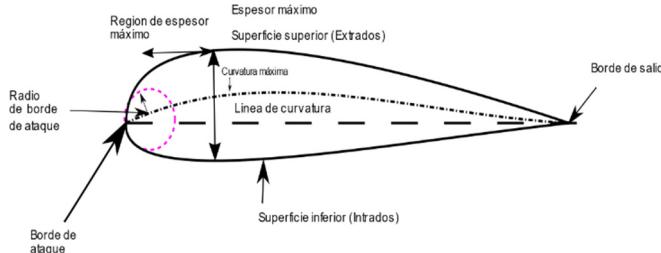


Fig. 1. Perfil alar simétrico

En los perfiles alares se producen fuerzas cuya magnitud y dirección dependen fundamentalmente de la velocidad del viento y el ángulo de ataque, que es el ángulo formado por la inclinación de la cuerda y la dirección del viento (véase Figura 2).

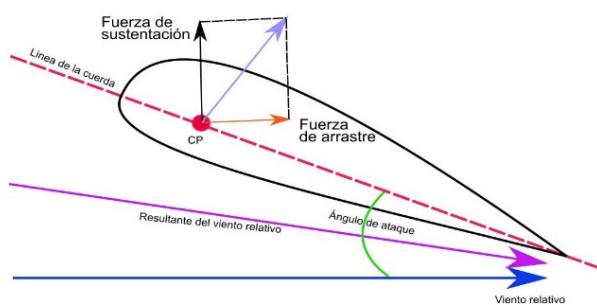


Fig. 2. Fuerzas aerodinámicas y ángulo de ataque

La sustentación (F_L) y el arrastre (F_D) son las fuerzas generadas en dirección perpendicular y paralela al viento relativo, respectivamente. Estas se describen matemáticamente por:

$$(1) \quad F_D = -\frac{1}{2} C_D A \rho |\vec{W}_e|^2$$

$$(2) \quad F_L = -\frac{1}{2} C_L A \rho |\vec{W}_e|^2$$

donde \vec{W}_e es velocidad aparente, A es el área del perfil, ρ es la densidad del aire, C_D y C_L son el coeficiente de arrastre y el coeficiente de sustentación, respectivamente.

Determinación del perfil del papalote

Como primer paso es necesario un modelo en 3D obtenido por medio de mediciones físicas y la digitalización de este. Las mediciones fueron realizadas a baja altura bajo condiciones de vuelo de aproximadamente 5 m/s para que el papalote se inflara y la obtención del perfil fuera lo más cercano a la realidad. Posteriormente, las mediciones se emplearon en el desarrollo del modelo 3D mediante el software de SolidWorks. La configuración del papalote está formada por dos capas, una de ellas está en la parte superior y la otra en la parte inferior del cometa; ambas capas están selladas por la parte posterior y las partes laterales, mientras que en la parte frontal existen unas aberturas que permiten la entrada del aire con la finalidad de inflar al papalote (es una especie de bolsa de plástico). La parte interior del papalote está dividida en 16 segmentos mediante unas tiras de tela con el propósito de inflar el papalote a diferentes volúmenes, y así tomar una forma aerodinámica del papalote, como se muestra en la Figura 3.

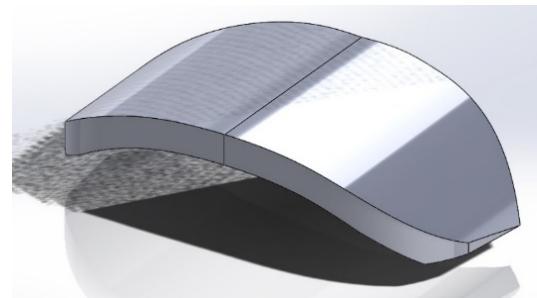


Fig. 3. Modelo 3D del papalote Sportzone

Se puede determinar el perfil del papalote en 2D a partir del modelo 3D, ya que el perfil en 2D es una sección transversal a una altura específica del modelo. Esta simplificación es usual para reducir el costo computacional de una simulación en 3D con CFD como lo refieren Domene (2014), Cruz J. (2018), Carpenter (2003). En la Figura 4 se muestra el perfil del papalote junto con sus medidas a diferentes secciones. La cuerda tiene una longitud de 85 cm y el espesor máximo del perfil es de 16.7 cm.

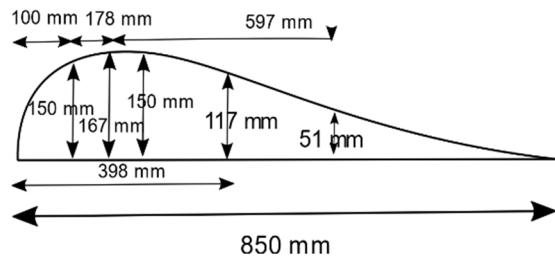


Fig.4. Simplificación del modelo 3D a 2D

El perfil aerodinámico es semejante a un perfil Clark-Y con base a los estándares de la NACA (Advisory Committee For Aeronautics) reportados en airfoildtools Domene (2014), Aifoilds (2019)

Simulación numérica en CFD

Se realizaron varias simulaciones numéricas mediante CFD con el propósito de determinar la velocidad del viento y la presión sobre la superficie de los intradós y extradós del perfil. En cada simulación se empleó un diferente ángulo de ataque, éste se varió desde un rango de -20° hasta 20° en incrementos de 5° . La rotación del perfil en sentido horario y anti horario se estableció como giro positivo y negativo, respectivamente.

Las condiciones de la simulación fueron una velocidad del viento de 6 m/s en dirección en el eje x con un comportamiento laminar y turbulento como ocurriría en la vida real, la turbulencia con un 0.1%, con condiciones atmosféricas al nivel del mar con una presión de 101325 Pa y con una temperatura 293.2k, así como con 30% de humedad. Fue necesario definir los límites del área de trabajo del fluido introduciendo por medio de una herramienta llamada dominio computacional como se muestra en la Figura 5 con el propósito que el fluido tenga una entrada y una salida del sistema.

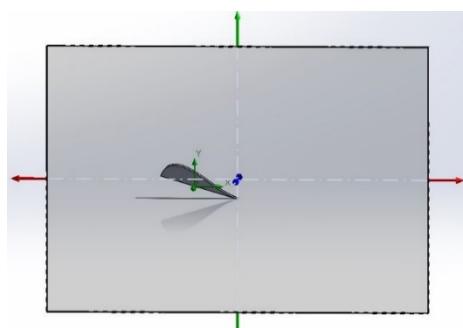
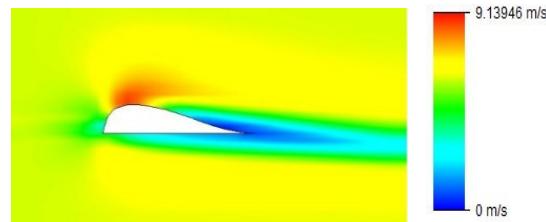
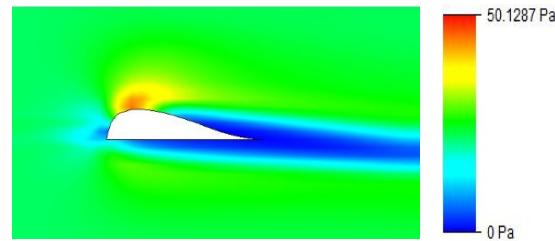


Fig.5 Dominio computacional.

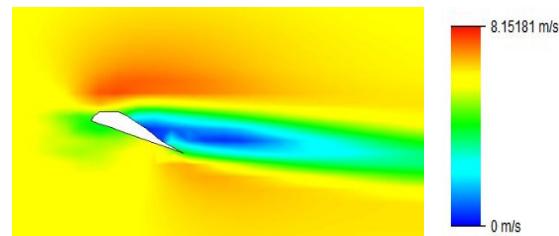
La Figura 6 presenta una muestra de las simulaciones numéricas realizadas a través CFD con el propósito de determinar la velocidad del viento y la presión sobre la superficie del perfil en intradós y extradós.



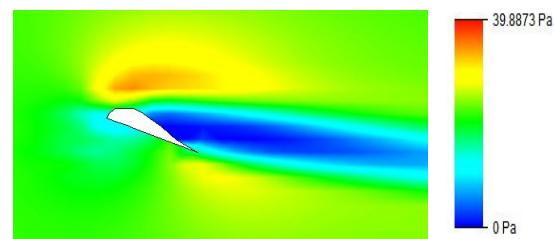
a) Velocidad del viento con un ángulo de ataque de 0°



b) Presión dinámica con un ángulo de ataque de 0°



c) Velocidad del viento con un ángulo de ataque de 15°



d) Presión dinámica con un ángulo de ataque de 15°

Fig. 6. Simulaciones numéricas CFD.

PARAMETROS AERODINAMICOS

El software permitió calcular una fuerza normal al eje y siendo ésta la fuerza de empuje, así como una colineal en el eje x siendo ésta la fuerza de arrastre. A partir de estos datos, se calculó a los coeficientes de sustentación y de arrastre mediante (1) y (2), dando como resultado los siguientes valores:

$$C_D(\alpha) = [0.045 \ 0.035 \ 0.022 \ 0.020 \ 0.018 \ 0.019 \ 0.026 \ 0.042 \ 0.057] \\ C_L(\alpha) = [-0.05 \ -0.014 \ 0.035 \ 0.075 \ 0.103 \ 0.182 \ 0.267 \ 0.309 \ 0.312]$$

Posteriormente, se calculó la eficiencia aerodinámica a través de la siguiente ecuación

$$E(\alpha) = \frac{L(\alpha)}{D(\alpha)} = \frac{C_L(\alpha)}{C_D(\alpha)} \quad (3)$$

los resultados se exponen de forma gráfica en la Figura 7 con la finalidad de tener una buena perspectiva de los datos.

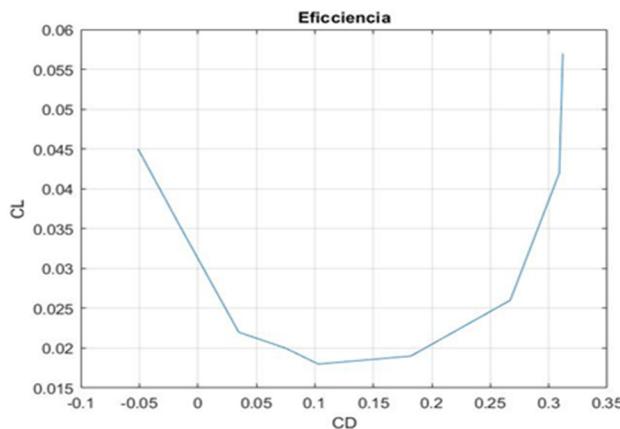


Fig. 7 Eficiencia aerodinámica.

En la Figura 8 se muestra que la mayor eficiencia se encuentra en ángulo de 10°. Esté es muy semejante a los estudios realizados sobre el perfil Clark-Y por parte de la asociación NACA como se puede observar en Airfoild (2019).

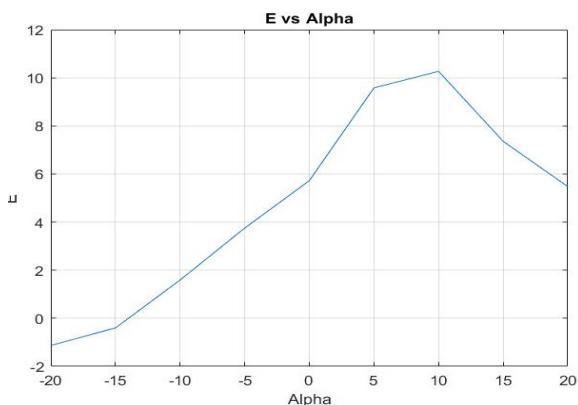


Fig. 8 Eficiencia contra ángulo de ataque.

DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA GENERADA POR UN PAPALOTE

En este apartado se aborda el tema de generación de potencia en dos modos de vuelo simple y cruzado. El modo de vuelo simple se refiere cuando el papalote está estático y el movimiento del cable sea moderado, bajo un flujo de viento constante y laminar, el movimiento del cometa surge extendiéndose a lo largo del cable por medio de una velocidad de carga (V_L) la cual es colineal a una tensión (T) siendo la potencia (P) dependiente de la velocidad del cable y la tensión de las cuerdas como se muestra a continuación

$$P = TV_L \quad (4)$$

El diagrama vectorial de la Figura 9 muestra las tensiones y la velocidad del viento donde V_A es la velocidad aparente siendo aproximadamente igual a $V_w - V_L$ tal como lo plantea Loyd (1980). La velocidad del papalote es transmitida a la V_L mientras que V_w es la velocidad del viento, b y c son variables auxiliares.

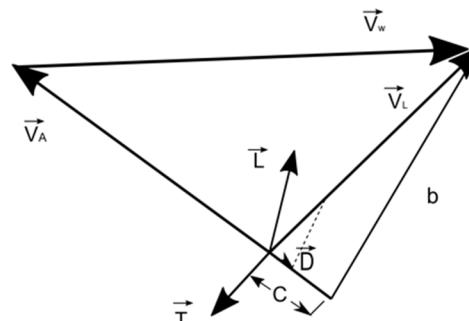


Fig. 9 Diagrama de fuerzas y velocidades en vuelo simple.

En el vuelo cruzado, el papalote es maniobrado en el ángulo de alabeo a través de generar una diferencia de longitudes de las cuerdas al maniobrar el cometa. Cuando este se encuentra en vuelo la posición del cable es alineada a la dirección del viento, las fuerzas y velocidades implícitas en el sistema se muestran en la Figura 10 donde se observa V_L está alineado a V_w y V_c es la velocidad del cometa siendo normal al viento. La potencia es generada al sufrir un incremento la sustentación, produciendo un jaloneo. El viento efectivo es $V_w - V_L$ mientras $V_c \approx V_A$. La potencia para el vuelo cruzado está dada por Loyd (2019):

$$P = LV_L \quad (5)$$

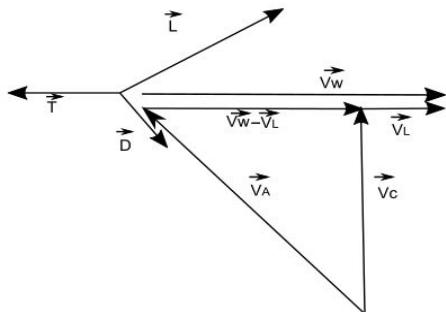


Fig. 10 Diagrama vectorial de fuerzas y velocidades de vuelo cruzado.

Las variables empleadas en el cálculo en vuelo simple son $V_w=6$ m/s, $V_L=3$ m/s, el área del papalote es de 2.125 m^2 , con una densidad de 1.2 kg/m^3 ; mientras el vuelo cruzado cambia la proporción de V_w/V_L siendo de 0.5.

En la Figura 11 se muestran los resultados de la potencia para ambos tipos de vuelo. Teniendo mayor potencia el vuelo cruzado con 43 watts a un ángulo de ataque de 10° y la de menor potencia con un ángulo negativo de -20° es de 0 watts, mientras que en el vuelo simple su punto máximo de potencia es de 27 watts a un ángulo de 15° y el menor de -3 watts.

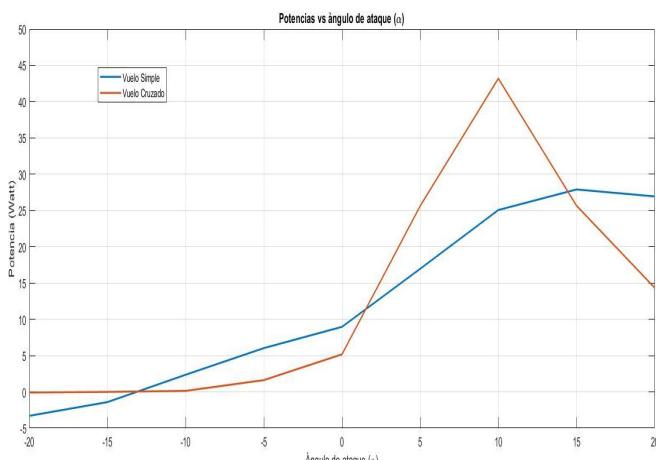


Fig. 11 Potencia del papalote en vuelo cruzado y vuelo simple.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo logra aportar una metodología que parte desde la obtención de un modelo CAD, la simulación de fluidos, resaltando la generación de potencia en un rango del ángulo de ataque mayor que el que presenta el estado del arte.

A través de una simulación de fluidos es posible obtener parámetros específicos como lo son C_d y C_L de un papalote inflable. Demostrando que el C_d en el punto de mayor eficiencia tiene que ser menor al C_L .

Hay un amplio rango de diferencia acorde a los resultados del calculó de la potencia entre el vuelo simple y vuelo cruzado siendo un 37.7 % mayor la potencia en vuelo cruzado que el vuelo simple. El vuelo del papalote puede tener ambos casos en diferentes periodos de tiempo.

Por esta razón los transportadores de energía buscan realizar movimientos en 8 ya que este es el movimiento típico del vuelo cruzado por lo tanto este es el de mayor generación de energía.

RECONOCIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen al Laboratorio Nacional en vehículos Autónomos y exosqueletos por permitir laborar dentro de las instalaciones del complejo (LANAVEX)(N299146) UPPachuca-CONACYT- CINVESTAV.

El autor A.D. Soto Guerrero agradece a CONACYT por el apoyo de la beca brindada para realizar estudios de maestría en la Universidad Politécnica de Pachuca.

REFERENCIAS

- Antonello C, Andrea P, Rocco V, Marco F (2015) Airborne Wind Energy Systems: A review of the technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews 51 (2015) 1461- 1476.
- Miles L. Loyd (1980) Cosswind Kite Power. Journal Energy Resources Technhology Vol.4 No.3, 80- 4075.
- Domene O. (2014) Estudio de una vela de kitesurf- análisis de actuaciones y redacción del manual de uso (Tesis de ingeniería), Universidad Politécnica de Catalunya.
- Cruz J. (2018) Diseño mecánico y análisis aerodinámico de la plataforma de un vehículo no tripulado multirotor (Tesis de Maestría), Universidad Politécnica de Pachuca.
- E.L.Houghton P.W. (2003) Carpenter Quinta edición Aerodinamica para estudiantes.
- Aberdeen, D. (2001). Surfplan .{Software}, recuperado de www.surfplant.com.au
- Airfoil Tools (2019), Airfoil Tools, recuperado de <http://airfoiltools.com/>

Formato para los Artículos del Simposio Iberoamericano

Multidisciplinario de Ciencias e Ingenierías 2019 (Graphik Regular 14 centrado)

A. ApellidoPat-ApellidoMat¹, B. ApellidoPat-ApellidoMat²
(texto centrado: Graphik Regular 10)

¹Institución de Procedencia del autor. Dirección, Municipio, Estado, País.

²Institución de Procedencia del Coautor. Dirección, Municipio, Estado, País. (texto centrado: Graphik Regular 9)

Recibido: Fecha; Aceptado: Fecha. (texto centrado: Graphik Regular 8. Uso exclusivo para la Universidad Politécnica de Pachuca)

Resumen (ÁREA TEMÁTICA: CBS, CCCF, CI)

El presente formato en Word es una guía básica para preparar los artículos para su publicación en el cuarto Simposio Iberoamericano Multidisciplinario de Ciencias e Ingenierías 2019. Los trabajos como artículos en extenso deberán tener una extensión máxima de 5 cuartillas. El resumen no debe exceder las 250 palabras y tiene que dar a conocer los objetivos de la investigación, la metodología empleada, los resultados resumidos y la conclusión principal. El idioma oficial es el español, pero también serán aceptados trabajos en inglés. Incluya en su resumen, las palabras clave en orden alfabético y separado por comas. No se utilicen acrónimos ni se citen referencias en el resumen. Para todo el documento utilizar margen izquierdo de 25 mm, derecho de 20 mm, superior de 25 mm e inferior de 20 mm. Utilice la fuente Graphik Regular tamaño 9 para el resumen y para el texto principal. Se deberá indicar el área temática a la que pertenece la contribución, entre paréntesis y posterior a la palabra "Resumen" de la siguiente manera: **(CBS)** cuando el área sea Ciencias Biológicas y de la Salud; **(CCCF)** correspondiente a Ciencias Computacionales, Comunicaciones y Finanzas; **(CI)** si pertenece a Ciencias de la Ingeniería.

Palabras clave: Proporcione de 3 a 5 palabras o frases clave, en orden alfabético, separadas con una coma.

Abstract (AREA)

These instructions give you guidelines for preparing paper for the fourth Multidisciplinary Iberoamerican Symposium on Sciences and Engineering 2019. Use this document as a template if you are using Microsoft Word 6.0 or later. Otherwise, use this document as an instruction set. Be careful, because the electronic file of your paper will appear as you finally presented it. Define all symbols used in the abstract. Do not cite references in the abstract. This abstract does not have to exceed 250 words and must state the principal objectives of the investigation, describe the methodology employed, summarize the results and state the principal conclusions. Please include appropriate key words in your abstract, in alphabetical order, separated by commas. You must indicate the thematic area into parenthesis next to the word "Abstract" as is indicated: **(CBS)** for Biologic and Health Science; **(CCCF)** corresponding to Computing Sciences, Communications and Finances; **(CI)** if it belongs to Engineering Science.

Key words: About three to five key words or phrases in alphabetical order, separated by commas.

INTRODUCCIÓN

En esta primera parte de su artículo haga una breve introducción a su trabajo, sin extenderse en conceptos bien conocidos por todos. Para preparar su artículo se recomienda seguir fielmente estas instrucciones, pues su archivo electrónico aparecerá tal como usted lo presente.

Para enfatizar utilice *italicas*, no subraye. Defina todos los símbolos usados en la base de esta primera columna. Es muy importante incluir el artículo del trabajo en esta sección.

DESARROLLO INCLUYE: MATERIAL Y MÉTODOS; RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección y acorde al área temática, es muy importante describir las metodologías, procedimientos, reactivos y equipos utilizados en el trabajo.

Esta parte de desarrollo, también incluye la sección de Resultados y Discusión, las cuales pueden venir en una sola sección o separadas según convenga a los autores.

Figuras y Tablas

Asegúrese de que sus tablas y figuras sean claramente legibles y no sacrifique su tamaño, de ser necesario éste puede ocupar ambas columnas. El título o descripción de la tabla debe colocarse centrado, por arriba y en itálicas. (ver tabla 1). No abrevie "Tab.". Las tablas serán numeradas con números arábigos. Dé un espacioado anterior y posterior de 3 puntos a los textos interiores. Respecto a las figuras: coloque su título o descripción por debajo (ver fig. 1), no incluya descripciones como parte de ellas, no coloque descripciones en "cajas de texto" ligadas a las figuras, no ponga marcos alrededor de ellas.

Puede usar la abreviación "Fig." aún al iniciar una frase. Verifique que las tablas y figuras que usted menciona realmente estén incluidas en el trabajo, y colóquelas al inicio o al final de la columna.

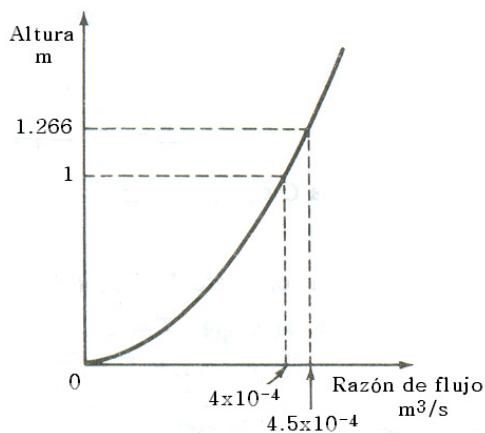


Fig. 1. Gráfica de un sistema de nivel de líquido.
(Note el centrado de esta descripción de la figura).

Tabla 1. Tamaño y estilo de fuente para los artículos.

Tamaño de letras (puntos)	Estilo de fuente		
	Normal	Negritas	Itálica
8	Subíndices y superíndices, referencias, pies de página.		Descripción de tablas y figuras (Arial)
10		Resumen, Abstract	
10	Texto principal, ecuaciones.	ENCABEZADOS	
11	Nombres de autores.	Sub-encabezados	
16		Título del Artículo	

Abreviaciones y Acrónimos

Defina las abreviaciones y los acrónimos desde la primera vez que se utilizan en el texto, aún después de que han sido definidos en el resumen. No use abreviaciones en el título a menos que sea inevitable.

Ecuaciones

Utilice el Editor de ecuaciones de Microsoft Word o el MathType (<http://www.mathtype.com>).

Numere las ecuaciones consecutivamente en paréntesis normal, en el margen derecho como en (1). Para escribir la ecuación, utilice el editor de ecuaciones (Clic izquierdo en barra de Herramientas| Personalizar | Comandos | Insertar | y arrastrar editor de ecuaciones a la barra de herramientas). Entonces seleccione el estilo de marcador "Ecuación". Presione la tecla tabuladora y escriba el número de la ecuación entre paréntesis. Utilice paréntesis para evitar ambigüedades en los denominadores. Puntualice las ecuaciones cuando forman parte de una frase: "En la ecuación (1) se describe..."

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) dr d\varphi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)] \quad (1)$$

Asegúrese de que los símbolos de su ecuación han sido definidos antes o inmediatamente después de que aparece la ecuación. Refiérase a "(1)," no "Eq. (1)" o "ecuación (1)," exceptuando al iniciar una frase: "Ecuación (1) es....".

Unidades

Use el Sistema Internacional de Unidades SI. Puede utilizar unidades inglesas como unidades secundarias (entre paréntesis). Por ejemplo se puede escribir "15 Gb/cm² (100 Gb/in²)"; una excepción es cuando las unidades inglesas se usan para designar comercialmente un producto, tal como disquete de 3½", Pantalla LCD de 2.0", etc.

Otras Recomendaciones

Deje un espacio después de puntos y comas. Evite palabras inespecíficas tales como "Usando (1), fue calculado el potencial". [No queda claro quién o qué fue usado (1)]. Escriba en su lugar,

"El potencial fue calculado utilizando (1)," o "Usando (1), calculamos el potencial."

Use un cero antes del punto decimal: "0.25," no ".25." Use "cm³," no "cc." Indicar dimensiones en cada cifra como "0.1 cm. × 0.2 cm.," no "0.1 × 0.2 cm²." La abreviación para segundos es "s," no "seg." No mezcle palabras completas con abreviaciones de unidades.

Si usted lo desea, puede escribir en la primera persona de singular o plural y utilizar la voz activa ("observé que..." u "observamos que..." en vez de "Se observó que..."). Cuide su ortografía.

CONCLUSIÓN

Una conclusión debe enfatizar los puntos principales del artículo. No repita el resumen como la conclusión. Una conclusión puede resaltar la importancia del trabajo o sugerir aplicaciones y trabajos complementarios.

APÉNDICES

Los apéndices, cuando sean necesarios, van antes de los reconocimientos.

RECONOCIMIENTOS

Use un solo encabezado para todos los reconocimientos. Evite expresiones tales como "Uno de los autores desea agradecer..." mejor escriba "Tal Autor agradece...."

REFERENCIAS

Para las citas a lo largo del documento, basarse en el estilo APA sexta edición, así como para colocar las diferentes fuentes de información en esta sección con tipo de letra Graphik Regular tamaño 8.

Apellidos paterno, Inicial(es) del nombre (en caso de dos o más autores, separar con coma los nombres). (Año). *Título del libro*. Edición. Editorial. Ciudad. Páginas.

Apellidos del autor, Inicial del nombre (en caso de dos o más autores, separar con punto y coma los nombres). (Año de publicación). "Título del artículo". *Titulo de la revista*. Volumen (No.) (ejemplo: Vol. 3(5). Páginas en las cuales está descrito el artículo (ejemplo: pp. 131-139).

Apellido del Autor, Inicial del nombre. (Año) (Fecha exacta de la consulta). *Dirección electrónica de la página Web*. Fecha de la consulta.

Potencial energético renovable derivado de leña de la especie feral *Schinus molli L.* (Pirul) distribuida en los Valles Altos del Estado de Hidalgo.

A. Ahumada-Medina, R.M. Chio-Austria, A. Ahumada-Gómez.

Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Diseño conceptual del extractor de la savia de *Cnidoscolus Multilobus*: Aplicación del modelo KANO.

O. Hernández-Alvarado, A. López-Zavala, A. González-Torres.

Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Hidalgo, México.

Perfil epidemiológico del área de Terapia Física en UBRIS Temascalapa, 2016-2018.

C. Ramírez Olvera, F. Sánchez González, L. Subervier Ortiz.

Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

Prueba de Grubbs para la Discriminación de Valores Atípicos en la Caracterización de la Dinámica de Tecleo de Usuarios.

A. Luisa Vázquez-Pardo, Eric Simancas-Acevedo, Eduardo De Carlos-López, L. Adrián Lizama-Pérez.

Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

Centro Nacional de Metrología, Querétaro, México.

Metodología de diseño de una máquina tribológica para pruebas de erosión.

J. C. Bautista-Tlamayanco, E. E. Vera-Cárdenas, A. I. Martínez-Pérez, G. Villagómez-García, J. C. Ramos-Fernández.

Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

Tecnológico Nacional de México/I.T. Pachuca, Hidalgo, México.

Determinación de la potencia generada por un papalote profesional a través de simulaciones CFD.

A. D. Soto-Guerrero, J. Hernández-Pérez, J. G. Benítez-Morales, M. A. Aguilera-Jiménez.

Universidad Politécnica de Pachuca, Hidalgo, México.

**UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE PACHUCA**
SEPTIEMBRE 2019