INGENIEROS EN FORMACIÓN VINCULADOS CON EL SECTOR PESQUERO: UNA ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS

E. Novelo Cetina[1]
E. J. Tamayo Loeza[2]
I. de J. May Cen[3]
R. S. Mezquita Martínez[4]

RESUMEN

En este trabajo de investigación se presentan, los diseños de herramientas de los estudiantes de ingeniería electromecánica, desarrollados con base en una necesidad detectada a partir de la vinculación con el sector pesquero. En el Puerto de Altura de Progreso Yucatán se comercializa un gran número de trampas de pesca para peces pequeños y langostas, las congeladoras contratan a talleres alrededor del Puerto para que se las construyan, haciendo una actividad comercial importante el trabajo de la construcción de trampas. Los estudiantes de ingeniería electromecánica, con el afán de aplicar sus conocimientos y realizar una vinculación con el entorno social y económico del Puerto, detectaron que la problemática que tienen estos talleres de manufactura es que no cuentan con herramientas especializadas para la construcción de esta trampa, haciendo que el trabajo diario sea cansado, con una producción mínima. Con el diseño de estas herramientas se mejora tanto la producción como el desempeño de los productores de trampas de pesca, haciendo más redituable su economía y mejorando su estilo de vida.

ANTECEDENTES

Uno de los puntos clave es que los estudiantes desarrollen de la mejor manera sus competencias, tanto específicas como genéricas, como se menciona en la teoría del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que consiste en brindar al alumno la oportunidad para desarrollar habilidades necesarias en el ámbito laboral, mejora su autoestima y motivación al avanzar en cada fase del proyecto con éxito. (Dickinson, 1998 citado por Silva, Hanel y González, 2015).

En la carrera de Ingeniería Electromecánica, la cual tiene como objetivo "Formar profesionistas de excelencia en dicha área, con actitud emprendedora, con liderazgo y capacidad de: analizar, diagnosticar, diseñar, seleccionar, instalar sistemas electromecánicos, en forma eficiente, segura y económica, considerando las normas y estándares nacionales e internacionales para fomentar el desarrollo sustentable con plena conciencia ética, humanística y social" (ITSP, 2019).

El puerto de abrigo Yucalpetén, del puerto Progreso Yucatán, es una zona en donde los barcos pesqueros descargan las especies marinas capturadas de la zona norte de la Península de Yucatán. Esta actividad consiste en la pesca de varias especies como, por ejemplo; el mero, pero, también especies pequeñas como jaibas, langostas y carnada para especies de gran tamaño. Cuando las embarcaciones están en altamar, los tripulantes utilizan trampas para la captura de estas especies pequeñas. Estas trampas están hechas con varillas de acero inoxidables en forma curva, cubiertas por una red, haciendo que las especies se introduzcan

[1] Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico Superior Progreso. enovelo@itsprogreso.edu.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico Superior Progreso. etamayo@itsprogreso.edu.mx
[3] Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico Superior Progreso. imay@itsprogreso.edu.mx
[4] Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico Superior Progreso. rmezquita@itsprogreso.edu.mx

y no puedan salir, dichas trampas son producidas localmente por talleres en toda la periferia del lugar en donde, se realiza la descarga de los barcos pesqueros.

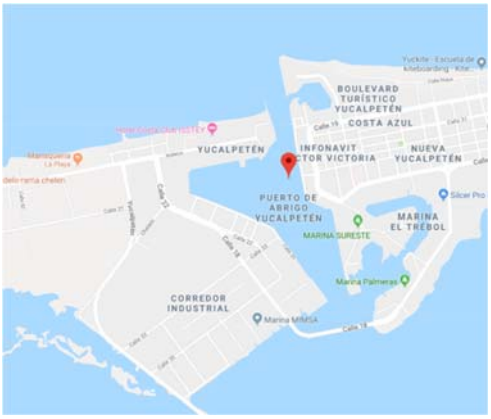

Figura 1. Vista aérea del Puerto de Abrigo Yucalpetén en Progreso Yucatán Fuente: Google Maps

La explotación de los recursos marinos constituye una fase o etapa de la cadena productiva de la actividad pesquera, comprende un conjunto de actividades u operaciones que van desde la identificación del recurso que se pretende explotar, la definición y obtención de los medios de producción (embarcaciones, artes de pesca, equipos, etcétera), hasta los procesos de localización, de búsqueda, de captura de los recursos, su conservación a bordo y, por supuesto, su traslado al puerto para la comercialización directa o indirecta (Grande-Vidal, 2006)

Desde los orígenes de la civilización, la pesca de subsistencia, caracterizada tanto por la recolección como por la nula instrumentalidad, dio paso a la pesca artesanal que se desarrolla a la par de los nuevos descubrimientos y avances tecnológicos, haciendo eficiente la captura de tal manera que sea más vertiginosa la extracción (Morán, 2008). Los ecosistemas marinos, en particular la pesca, han sido una importante fuente de proteínas para el consumo directo en los seres humanos y para la alimentación animal; por otra parte, sustentan una importante actividad económica que genera empleos e ingresos, en particular en los países en desarrollo, donde se calcula que no menos de 100 millones de personas viven de las actividades de la pesca o relacionadas con ella (Bifani, 1999).

Está comprobado que el conocimiento tradicional de los pescadores puede complementar el conocimiento científico mejorando los mecanismos de toma de decisiones y proporcionando información práctica que puede ser utilizada para el manejo sistemático de los recursos. (Zapata-Araujo, Salas, y Cabrera, 2007)

Uno de los puertos importantes de México, dedicado a la pesca es Progreso Yucatán, el cual en el año 2003 presentaba una población de 534 embarcaciones en su flota mayor como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Embarcaciones en el litoral Yucateco*

Puertos	Flota mayor (2003)	Flota menor (2003)	Alijos (2003)	Captura 2004 (t)	Valor 2004 (mp)	Valor 2004 (md)	ICP
Celestún	28	939	1123	4669	79	7	0.34
Sisal	0	455	775	1771	47	4.16	0.16
Progreso	534	1159	4182	17170	354	31.36	1
Telchac	36	354	532	1973	46	4.07	0.17
Dzilam de Bravo	28	672	1026	3573	89	7.88	0.33
San Felipe	0	211	260	869	28	2.48	0.12
Río Lagartos	2	456	377	1518	43	3.81	0.17
El Cuyo	0	347	391	1931	38	3.37	0.14

Fuente: La pesca en Yucatán, al sur del Golfo de México.
Mexicano–Cíntora G., Liceaga–Correa MA. y Salas S (2009).

Estos talleres trabajan en conjunto con las diversas empacadoras y congeladoras del puerto con el siguiente esquema: La congeladora contrata al taller de herrería para que sea su proveedor de las trampas de pesca, la cual se irá en las embarcaciones otorgándole al taller el material necesario para su realización, esto quiere decir que el taller no es exclusivo, sino que es un contrato de trabajo para surtir las trampas de pesca, a lo largo de todo el año estos talleres producen estas trampas, su manufactura es manual, esto ocasiona que el tiempo de entrega de las trampas sea tardado y su producción sea de 50 trampas por semana.

METODOLOGÍA

Para conocer las necesidades existentes en los talleres de herrería, en primera instancia fue necesaria la recopilación de información; para esto, se aplicaron encuestas en el sector pesquero (talleres y pescadores) para determinar la necesidad de qué equipos o maquinarias serían las idóneas para aumentar la producción en los talleres, determinando de igual manera los parámetros y especificaciones de los mismos; con los resultados obtenidos, se procedió a la realización del diseño de las maquinarias. En la Tabla 2 se puede apreciar el instrumento utilizado.

Tabla 2. *Cuestionario para Talleres y Pescadores*

Talleres	Pescadores
¿Dónde se obtiene la materia prima?	¿Cuál es el tiempo de vida útil de la trampa?
¿Cuál es el diámetro que debe tener las varillas de la trampa?	¿Cómo funciona la trampa?
¿Cuáles son las reparaciones más comunes de la trampa?	¿Cuál es el tiempo de uso de la trampa?
¿Qué especificaciones deben de considerarse para elegir los materiales para realizar la trampa?	¿Cómo se utiliza la trampa?
¿En cuál temporada hay mayor venta?	¿Qué especies se capturan con la trampa?
¿Cuántas trampas se fabrican al mes?	¿Cuál es la primera falla que sufren las trampas?
¿Cuál es el tiempo de producción?	¿Cada cuánto tiempo cambia la red?
¿Qué herramientas se utilizan para hacer cada etapa?	¿Cuál es la cantidad de trampas que se llevan en un viaje?
¿Cuál es la metodología para hacer la red?	

¿Cuál es el material utilizado para la red de la trampa?	
¿Dónde consiguen el material para fabricar la red?	
¿Cuánto tiempo tardan para costurar la trampa?	
¿Qué tipo de costura utilizan para hacer la red?	
¿Cuál es el tamaño de longitud de corte para las varillas?	
¿En cuánto tiempo logran doblar las varillas para una trampa?	
¿Cuántas varillas por día doblan aproximadamente?	
¿De qué forma realiza el doble de la varilla?	
¿Cuánto estarían dispuestos a pagar por cada maquinaria para agilizar el proceso?	
¿Cuánto tiempo logran hacer todos los cortes de varilla para la trampa?	
¿Cuáles son las formas de las trampas?	
¿Qué dimensiones tiene el espacio determinado para realizar los cortes de las varillas?	
¿Cuánto tiempo tienen que surtir por desgaste la herramienta que emplean para realizar los cortes de varillas?	

La información obtenida permitió determinar que son necesarias tres tipos de máquinas, específicamente, una cortadora de varillas, una dobladora y un auxiliar para el costurado de red en estructuras metálicas de las jaulas.

Las trampas para la captura de especies marinas están constituidas por seis varillas de acero inoxidable de forma curva, unidas por medio de dobleces y por soldadura, cubierta en su totalidad por una red que va costurada dejando solamente una abertura en el centro, que es por donde el ejemplar marino entrará y no podrá salir. En la Figura 2 se muestra la constitución de estas trampas.

Figura 2. Cubierta de Red y entrada de la trampa.
Fuente: Elaboración propia

El proceso de fabricación de las trampas en la actualidad es de forma manual, utilizando herramientas eléctricas convencionales, para el corte de la varilla de acero, cortando uno a uno los tramos que conformaran las costillas de la trampa. Posteriormente, se utiliza el doblado por moldeo, proceso que consiste en utilizar un tubo de agua potable con un diámetro

de 400 mm para otorgarle la forma curva a las varillas por presión. El siguiente paso es la generación del doblez en los extremos de cada varilla que servirán para el ensamblado y sujeción de cada una de las varillas.

Una vez generado el armazón, se procede a colocar la red de polipropileno y costurarla en cada una de las costillas de la trampa. En la Figura 3 se muestra el proceso de elaboración utilizado por los fabricantes de trampas, en el muelle de Yucalpetén en Puerto Progreso Yucatán.

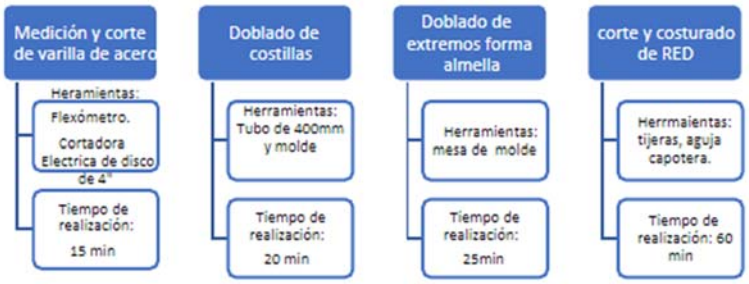

Figura 3. Proceso de producción de las trampas.
Fuente: Elaboración propia

El liderazgo de los estudiantes es punto fundamental para la detección de área de oportunidad, de desarrollo e innovación en las herramientas de producción en las distintas áreas de los modelos de negocio.

RESULTADOS

La elaboración de las trampas para la captura de especies marinas, realizada en forma manual, ocasiona una producción mínima, aun empleando a más de una persona para el mismo proceso. En la Tabla 3 se muestra la producción, los costos y las ganancias que tienen los productores.

Tabla 3. *Producción Promedio de Trampas.*

Concepto	Cantidad
Cantidad producida semanal	50 trampas
Materia prima costo	$300.00 pesos
Costo de venta	$350.00 pesos
Ganancia semanal	$2500.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede visualizar en la Tabla 3, la ganancia semanal de la producción es de $2500 pesos dividido entre dos personas, quedando en $1250 por cada uno, siendo un ingreso bajo para estos productores. Con los datos presentados por la empacadora PROMARMEX, la demanda de estas jaulas es de 1200 piezas por mes; cada embarcación lleva a bordo 200

trampas que se utilizarán para la captura de especies pequeñas como langostas y sardinas, entre otras.

Para realizar el correspondiente análisis mecánico, se procedió a identificar las cargas a las cuales se encontraría sujeta la estructura del dispositivo, considerando que el usuario pudiera tener preferencias al momento de seleccionar su herramienta de corte; se procedió a realizar un listado de los tipos de instrumentos con los valores que se emplearán para la obtención de los cálculos.

En la Tabla 4 se puede apreciar el rango de masa y peso que se utilizó para el desarrollo de los equipos y para la determinación de los efectos de las fuerzas.

Tabla 4. *Rango de masa y peso de los equipos de corte potenciales a emplear.*

Nombre de la herramienta.	Rango aproximado de Masa (Kg)	Rango aproximado de Peso (N)
Esmeril Angular	1.6-5.5	15.696 - 53.955
Cortadora de metales.	14.6-18	143.226 - 176.58
Cizalla	6-87	58.86 - 853.47

Nota Fuente: Elaboración propia

El primer elemento a analizar, es la estructura en la que se apoya el instrumento de corte y los demás componentes. Este procedimiento se lleva a cabo, considerando el valor de la carga a la cual será sometida y la ubicación de esta misma, debido a que existe una variedad de herramientas para seccionar metales, vistos en la tabla 4; luego se procede a seleccionar el instrumento para el análisis, que permita generar el mayor esfuerzo. Realizando la inspección, se llegó a la conclusión de emplear la cizalla con un valor de 853.47 N.

En la Figura 4 se puede apreciar el prototipo de una cortadora de varilla, la cual consta de las siguientes partes, una mesa graduada, en cuya parte posterior contiene un brazo extendible, ajustable a la medida que el usuario requiera; un sujetador en el extremo; un soporte para una amoladora angular de 4 ½", el cual será la herramienta para realizar los cortes.

En cuanto al funcionamiento de la mesa, se alimentan cuatro varillas de ¼" de diámetro de 6m de largo; la cortadora cuenta con una reglilla, la cual se posiciona seleccionar la medida necesaria para la formación de la trampa.

Figura 4. Proceso de producción de las trampas.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se aprecian las deformaciones que resultaron de la aplicación de la carga, teniendo tensiones desde 0 Pa hasta 33.87 MPa, representando el 13.5 % de lo que puede soportar el material ATSM A35 Acero, teniendo en cuenta que posee 250 MPa.

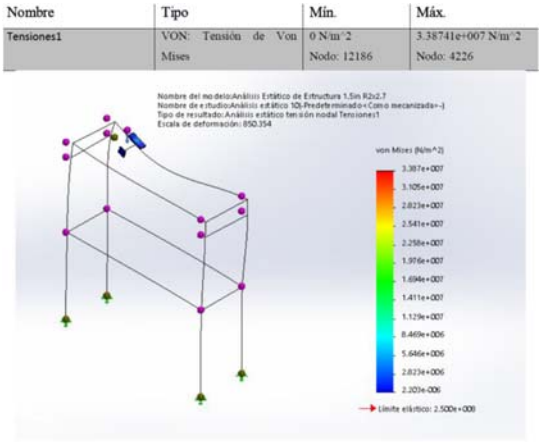

Figura 5. Tensiones de Von Mises de la estructura metálica.
Fuente: Elaboración Propia

Roladora

En la Figura 6, se puede apreciar un prototipo de una roladora para varilla, la cual cuenta con una base que contiene un tornillo de giro para calibrar las curvaturas y tiene dos ejes fijos para facilitar el deslizamiento del material a rolar.

Se observa también el desplazamiento ocurrido al aplicar la fuerza; dicho desplazamiento es de 0.265mm, menos de 1 mm, lo cual indica que el material usado para el diseño de la manivela es correcto y puede resistir el esfuerzo realizado al someter el elemento a la carga para generar la presión en el elemento a rolar.

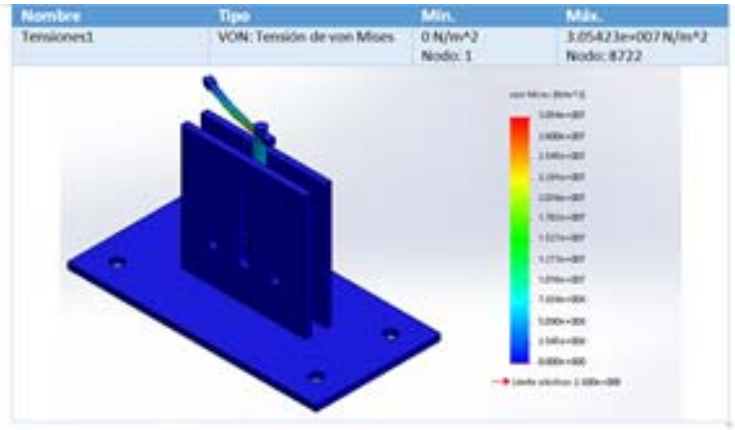

Figura 6. Tensión de Von Mises.
Fuente: Elaboración propia

Prototipo de bastidor de costurado de red.

Para el costurado de red, se diseñó un bastidor de dos partes, el cual permite agilizar esta tarea disminuyendo el tiempo de esta actividad de 30min a 15 min de trabajo. Este auxiliar consta de una base elíptica con dos tapas de la misma forma, que ajustándose a la trampa en toda la periferia está dentado como si fuera un engrane, permitiendo que la red se posicione en su lugar, enfocando la vista del usuario en únicamente los extremos en donde se realizará la costura. En puntos específicos del bastidor, cuenta con unos pasantes metálicos, que tienen la función de sujetador de red, para que esta se mantenga lo más estirada posible para que alcance la tensión y se realice la costura de manera correcta.

Para complementar esta herramienta, se cuenta con una aguja diseñada especialmente para este costurado.

El bastidor, en conjunto con la aguja, minimiza el trabajo de los usuarios, ya que las personas que se dedican al costurado de las trampas lo hacen con una aguja convencional, haciendo que sea demasiado cansado y tardado.

CONCLUSIONES.

Al aplicar los conocimientos adquiridos en el aula, se puede crear herramientas y equipos que innovan en su entorno y mejoran la calidad de vida de muchas personas dedicadas a oficios comunes del área de influencia. Como se observó en este estudio, con la participación de tesistas para el desarrollo de equipamiento para pequeños talleres de manufactura de jaulas de pesca, aumenta la ganancia económica en un menor tiempo, y de igual manera, se reduce el esfuerzo en la realización de esta actividad.

Si se aumentara el número de estudiantes en la participación del desarrollo de proyectos de ingeniería de bajo costo para la comunidad, la economía de cada lugar mejoraría gradualmente, o por lo menos, se produciría el mismo número de productos, pero en menor tiempo y esfuerzo para los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA.

Bifani, P. (1999). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. España, Madrid: IEPALA Editorial.

Grande-Vidal, J. (2006). La explotación pesquera en México (1929-2003). En P. Guzmán y D. Fuente (Ed.), *Pesca, Acuacultura e Investigación en México* (pp. 93-105). México: Centro de Estudios para el desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Recuperado de: https://www.inapesca.gob.mx/portal/Publicaciones/Libros/2006-Pesca-Acuacultura-e-Investigacion-en-Mexico.pdf?download

Instituto tecnológico Superior Progreso (2019). *Oferta Educativa de Ingeniería Electromecánica 2019*. Yucatán: ITSP. Recuperado de: http://www.itsprogreso.edu.mx/oferta/ieme/

Mexicano–Cíntora, G., Liceaga–Correa, MA. y Salas, S (2009). Uso de sistemas de información geográfica en pesquerías: la pesca en Yucatán, al sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia*, *volumen* (25). Recuperado de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000100002

Morán, R. E. (2008). La pesca: un leve análisis desde la acción instrumental. *Revista Sinaloense de Ciencias Sociales, Facultad de Ciencia Sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa, volumen* (15), pp 114-123. Recuperado de https://issuu.com/faciso.arenas/docs/arenas15

Silva, R. B., Hanel J. D. y González D. (2015). Formación de ingenieros, aprendizaje por proyectos. Caso: sistema de gestión digital para contrataciones. *Revista ANFEI Digital*, *Vol.* (2), pp 2-9. Recuperado de: http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/246/814

Zapata-Araujo, C., Salas, S. y Cabrera, M (2007). Conocimiento local aplicado a la colocación de refugios artificiales en un programa de mejoramiento de la pesquería de langosta en Yucatán, México, pp (209-2020) Recuperado de http://aquaticcommons.org/15424/1/gcfi_60-32.pdf