

ISSN 2523-6792

Volumen 2, Número 5 — Enero — Marzo - 2018

Revista de la Invención Técnica

ECORFAN®

ECORFAN-Taiwán

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista de Invención Técnica, Volumen 2, Número 5, de Enero a Marzo 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD, Co-Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD. ISSN 2523-6822. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Invención Técnica

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Invención Técnica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

ROCHA-RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL-DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN-ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

CASTILLO-TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

FERNANDEZ-ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

DECTOR-ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA-REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ-PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS-VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ-ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

HERRERA-DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN-CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD
University of Colorado

VAZQUES-NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ-MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

AYALA-GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

LÓPEZ-HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA-FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ-RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ-ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA-ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO-VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LARA-ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

TIRADO-RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

DE LA ROSA-VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

CASTILLO-LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ-BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ-LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

RIVAS-PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

VEGA-PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

PÉREZ-ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS-ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ-AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA-SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN-GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO-TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO-ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

ZAVALA-DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO-DÍAZ, Salvador Antonio. PhD
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ-ZÁRATE, Josué. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ-NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO-TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO-QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI-AGUILAR, Virgen. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN-MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO-VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO-GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ-SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA-ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA-CRUZ, Genaro. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ-HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFOX-MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR-NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ-BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ-VARGAS, Arturo. PhD
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ-DÍAZ, Antonio. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO-MACÍAS, Aidé Aracely. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA-SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO-RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ-LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ-ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ-GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA-GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ-MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

Comité Arbitral

ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD
Instituto Politécnico Nacional

LUNA-SOTO, Carlos Vladimir. PhD
Instituto Politécnico Nacional

URBINA-NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ-ORNELAS, Felicitas. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO-ENCISO, Salvador Fernando. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN-PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ-REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ-GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA-MEJÍA, Yair Félix. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA-SIMBRO, German. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA-VALERIO, Roberto. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ-SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR-PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES-CARBAJAL, Carlos. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ-COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA-VARGAS, María Esther. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA-PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ-JASSO, Eva. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES-RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO-FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA-SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ-VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA-ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ-MENDEZ, Luis G. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO-DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ-GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA-SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO-MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI-CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad ETAC

DÍAZ-CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES-JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

VERA-SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ-RAMÍRES, Selene Marisol. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES-CEJA, Jesús Manuel. PhD
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ-RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ-SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO-CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO-LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS-BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ-GÓMEZ, Tomás. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA-DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO-SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA-LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA-FIGUEROA, Rafael. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO-OLAGUE, José Guadalupe. PhD
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ-MORALES, Daniel Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO-ORTEGA, Vidblain. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ-GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO-BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO-QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES-CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA-VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ-GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA-RUBIO, Jován Oseas. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA-GONÁLEZ, Everardo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO-TELLO, Esaú. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO-ÁLVEREZ, Ernesto. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ-RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ-LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ-ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA-CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA-GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Computación, comunicaciones, control, diseño y sistemas, dispositivos electrónicos, dispositivos semiconductores, electrónica de computadoras, electrónica industrial, electrónica y telecomunicaciones, electroquímica, fibras ópticas, industria eléctrica y electrónica, informática, ingeniería de control, ingeniería de materiales, instrumentación, inter frecuencias, microelectrónica, microondas, procedimiento de datos, redes digitales, robótica, sistemas digitales, sistemas electrónicos y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo *Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas* por NAVA, Francisca, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos con adscripción en la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, como siguiente artículo *Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo* por MARTÍNEZ-SÁNCHEZ Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel, MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica y NERI-LUNA, Cecilia con adscripción en la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji, Universidad Tecnológica de Jalisco y la Universidad de Guadalajara, como siguiente artículo *Implementación del análisis preliminar de riesgo para la evaluación de un taller de soldadura* por FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, PIÑA-ROBLES, Luis y SALVADOR-JUÁREZ, Cristian con adscripción en la Universidad Tecnológica de Altamira, como siguiente artículo está *Logística inversa aplicada a los materiales de embalaje de la industria maquiladora, una opción para la sustentabilidad* por CONDE-FERNÁNDEZ, Roma Pamela, GARCIA-MARTINEZ, Reydezel, MARTINEZ-JIMENEZ, Osvaldo y LÓPEZ-LÓPEZ, Erasto con adscripción en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

Contenido

	Artículo	Página
	Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas NAVA, Francisca, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos <i>Universidad Tecnológica del Valle de Toluca</i>	1-8
	Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo MARTÍNEZ-SÁNCHEZ Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel, MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica y NERI-LUNA, Cecilia <i>Universidad Tecnológica Tula-Tepeji</i> <i>Universidad Tecnológica de Jalisco</i> <i>Universidad de Guadalajara</i>	9-14
	Implementación del análisis preliminar de riesgo para la evaluación de un taller de soldadura FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, PIÑA-ROBLES, Luis y SALVADOR-JUÁREZ, Cristian <i>Universidad Tecnológica de Altamira</i>	15-19
	Logística inversa aplicada a los materiales de embalaje de la industria maquiladora, una opción para la sustentabilidad CONDE-FERNÁNDEZ, Roma Pamela, GARCIA-MARTINEZ, Reydezel, MARTINEZ-JIMENEZ, Osvaldo y LÓPEZ-LÓPEZ, Erasto <i>Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez</i>	20-33

Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas

Plant distribution for the manufacture of energy suppressing devices applied to work safety at heights

NAVA, Francisca†*, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del DF. Km. 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, Edo. De México

ID 1^{er} Autor: *Francisca, Nava*/ ORC ID: 0000-0001-8931-6770, CVU CONACYT ID: 507130

ID 1^{er} Coautor: *Rodrigo Alva*/ ORC ID: 0000-0001-9434-4610

ID 2^{do} Coautor: *Francisco Flores*/ ORC ID: 0000-0002-9354-2006, CVU CONACYT ID: 333455

ID 3^{er} Coautor: *Carlos, Baltazar*/ ORC ID: 0000-0003-4131-7138

Recibido 2 de Enero, 2018; Aceptado 8 de Marzo, 2018

Resumen

El objetivo del proyecto realizado dentro de una empresa fabricante de dispositivos supresores de energía, es diseñar e implementar la distribución de planta adecuada que satisfaga los requerimientos del proceso de fabricación, mínimas distancias de recorrido, y condiciones de seguridad necesarias de un producto innovador. Para lograr el objetivo se identifican primeramente los equipos a instalar, (características y necesidades de operación), el proceso de fabricación y las condiciones adecuadas de seguridad para el personal y material. A partir de la información obtenida se inicia la distribución de equipamiento, mobiliarios, herramientas y pasillos, plasmándose en un plan layout del proceso, y complementario a este, se desarrolla un layout de riesgos basados en las normatividades vigentes, asegurando la confiabilidad en el proceso para los trabajadores y materiales. Para asegurar un manejo adecuado de materiales en sus diferentes etapas se diseñan equipos y contenedores que apoyarán en su manipulación y almacenaje. La contribución principal del proyecto es que la empresa inicie la fabricación de su producto innovador de forma planificada y ordenada y de esta forma minimizar costos de fabricación.

Proceso, Distribución, Seguridad, Planta, Diseño.

Abstract

The objective of the project was carried out in an energy suppression devices manufacturing company, is to design and implement the appropriate plant distribution that meets the requirements of the manufacturing g process, minimum distances of rounds, and necessary safety conditions of an innovative product. To achieve the objective, the equipment to be installed is first identified (characteristics and operational needs), then the manufacturing process and the adequate safety conditions for the personnel and material are identified too. Based on the information obtained, the distribution of equipment, furniture, tools and corridors begins and is captured in a layout of the process, thereupon, a risk layout is developed based on current regulations and ensuring reliability in the process for workers and materials. Equipment and containers are designed to support handling and storage to guarantee proper handling of materials in its different stages. The main contribution of the project is that the company starts the manufacturing of its innovative product in a planned and orderly manner to minimize manufacturing costs.

Process, Distribution, Security, Plant

Citación: NAVA, Francisca, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos. Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas. Revista de Invención Técnica 2018. 2-5:1-8

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: francisca.nava@utvtol.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La distribución de equipos y áreas de trabajo dentro de cualquier empresa, representa un problema ineludible, que de no realizarse estratégicamente puede desencadenar situaciones críticas como: elevados recorridos, tiempos ociosos, pérdidas de materiales, accidentes, entre otros, por lo tanto al realizar una distribución de planta se debe buscar como objetivo; diseñar una disposición física que satisfaga de la manera más económica la cantidad y la calidad requeridas de producción, (Rigs, 2005).

Por lo anterior Richard Muther, afirma que la distribución en planta implica una ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de la planta.

Una empresa fabricante de equipos supresores de energía aplicados a la seguridad del trabajo en alturas, requiere el diseño de su línea de producción de un producto innovador y para ello desea planear estratégicamente el proceso de fabricación, ya que en un lapso de seis meses desea iniciar operaciones en la fabricación del producto central y otros complementarios. Cabe señalar que la empresa recibe un apoyo económico gubernamental lo que demanda demostrar la operación de las instalaciones.

Por lo anterior, el proyecto realizado dentro de la empresa, consiste en diseñar e implementar una distribución de planta del área de maquinado, textil y de pintura, donde se fabricarán las etapas del proceso del producto innovador. Así mismo se pretende que el valor agregado que tenga el proyecto, es que conforme se vayan incorporando el equipamiento en las instalaciones de la planta, se vaya siguiendo una ubicación trascendental y evitar realizar al mínimo ajustes o redistribuciones de planta que podrían generar costos elevados. Cabe señalar que se tomaron en consideración algunas futuras ampliaciones que se realizarán en un mediano plazo.

Para lograr el objetivo del proyecto se inicia con la identificación de cada maquinaria, equipos de manejo de materiales y mobiliarios, necesarios para el proceso de fabricación, así como sus características dimensionales y de operación que se deben considerar para su correcta ubicación. Simultáneamente se estructurará el proceso de fabricación, identificando cada etapa y la secuencia que debe seguirse.

A partir de la información recopilada se distribuyen estratégicamente las áreas de trabajo, considerado primordialmente la secuencia del proceso de fabricación, las dimensiones de la maquinaria, el mobiliario de trabajo, los equipos de manejo de materiales, medidas de pasillos, ubicación de suministros (luz, agua, aire) y las necesidades de los trabajadores, lo anterior se representa en un layout, generando varias alternativas, para ser evaluadas e implementar la que satisfaga los principios de la distribución de planta y consecutivamente se realiza el diseño de equipo de manejo de materiales considerando la capacidad de planta esperada.

Para lograr un diseño óptimo de distribución de planta, se realiza conjuntamente un layout de riesgos, apegándose a las normatividades vigentes, para evitar algún tipo de sanción administrativa y económica por parte de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social al iniciar operaciones en la empresa.

Desarrollo de Secciones y Apartados

Identificación del equipamiento y sus características principales

Para la Distribución de Planta se determina el equipo que se requiere para la fabricación del producto, así como sus características principales como dimensión, necesidades de operación y mantenimiento, equipo y mobiliario. También se consideran los productos que se fabricaran en el proceso, además del producto innovador que es el elemento central del proceso. Dentro de la maquinaria se encuentran:

- Centro de maquinado
- Máquina dobladora y roladora
- Torno CNC
- Esmeril

- Sierra Cinta
- Máquinas de coser
- Mesas de trabajo

Las dimensiones en las que se realizó la distribución de planta del área de maquinado y textil, fue en un espacio de 388 m² y del área de pintura en 14.84m².

Para la ubicación de los equipos se considera el espacio necesario para operarlos y así como el requerimiento de área para el mantenimiento de los mismos.

Desarrollo del Proceso de Fabricación

En el diseño y operación de un proceso de fabricación se deben considerar cada una de las etapas de transformación de un producto iniciando desde la entrada de la materia prima, hasta el embalaje del producto terminado.

Para diseñar correctamente la línea de producción del producto innovador, se analizan cada una de las operaciones, tomando de referencia un producto del mismo ramo. Las principales operaciones secuenciales que se determinan son:

1. Transporte de todos los insumos del arnés de la bodega de almacenaje hacia la línea de ensamble.
2. Fabricación de anillos en D, hebillas y elementos de ajuste (en áreas de maquinado).
3. Ensamble y cocido de trabillas, hebillas, etiquetas y elementos de ajuste a cinta de alta resistencia de parte superior, revisión respecto de la hoja de instrucción de trabajo de ensamble de elementos de unión parte superior.
4. Ensamble y cocido de arnés a sistema ergonómico, revisión respecto de la hoja de instrucción de trabajo de ensamble arnés-sistema ergonómico.
5. Espera del proceso de certificación del producto.
6. Liberación y embalaje del producto.

Layout de Distribución de Planta

Para diseñar una correcta distribución en planta, se requiere encontrar la forma más ordenada de ubicar los equipos y áreas de trabajo y así lograr la forma más eficiente y económica de generar algún producto, garantizando la seguridad y satisfacción del personal que realiza el trabajo. Antes de iniciar las propuestas de distribución de planta, que serán evaluadas por la dirección de la empresa, se establecen los principios a los cuales se debe apegar el proyecto.

1. El control y supervisión del proceso; debe existir la visibilidad de las diferentes áreas de producción, por lo tanto, determinar la orientación que tendrán los equipos.
2. Satisfacción del personal, se atienden cuestiones de espacio para realizar sus tareas, iluminación, ventilación y rutas directas de acceso.
3. Flujo del trabajo, seguir movimientos de trabajo directos, evitando retrocesos, cruces y esperas.
4. Utilización efectiva del espacio, analizar los diferentes movimientos que realiza el producto, las personas y la información, buscando su minimización y por lo tanto la cercanía entre las tareas secuenciales.
5. Seguridad en el proceso, considerar la seguridad en el movimiento y trabajo tanto del personal como de los materiales, atendiendo los requisitos de operación.
6. Flexibilidad. En la distribución se considera una expansión de la planta, ya que la empresa planea a mediano plazo un área de inyección de plástico y un laboratorio de pruebas.

Finalmente, se consideran los servicios que se requieren durante el proceso, como son; el suministro de energía (instalación eléctrica), aire (instalación neumática - compresores) y agua (instalación hidráulica).

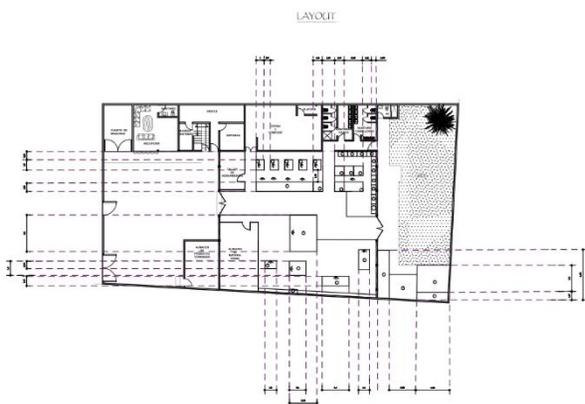
Las dimensiones en las que se realizó la distribución de planta del área de maquinado y textil, fue en un espacio de 388 m² y del área de pintura en 14.84m².

El área de pintura aún no está acondicionada, caso contrario a las otras dos áreas, pero se toma en consideración para seguir el flujo correcto del proceso. En la siguiente figura 1 se muestra el área designada para la etapa de pintura del producto.



Figura 1 Área de pintura

Otro elemento a considerar dentro de la distribución de planta, es la relación del proceso con los almacenes de materia prima y producto terminado, ya que el primero es donde se inicia el proceso y por lo tanto es factor determinante para cumplir con los objetivos organizacionales de la empresa. Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). (Maynard, 2014) En la figura 2 se muestra la distribución de planta aprobada por la empresa, no sin antes manifestar para llegar a esta aprobación se realizaron alrededor de cinco propuestas, que fueron evaluadas metódicamente y que se apegaron a los principios establecidos previamente.



MAQUINARIA	
SIERRA CINTA	o
CENTRO DE MAQUINADO	o
TORNO CNC	o
ESMERIL	o
ÁREA DE ENSAMBLE	o
DOBLADORA Y ROLADORA	o
MAQUINA DE COSER 1-5	o
MESA DE ENSAMBLE	o
CONTENEDOR 1-5	o
MESA DE INSPECCION	o
RACK 1 - 10	o
ALMACEN DE TUBO	o
ALMACEN DE BARRANDAS TER	o
AREA DE PINTURA	o
ALMACEN DE PINTURA	o

Figura 2 Layout de distribución de planta

Layout de riesgos de trabajo

Una correcta distribución de planta, debe garantizar un mínimo de riesgos de trabajo, que no pongan en peligro tanto la integridad del trabajador como de los materiales, es por ello que se señalizan las áreas de riesgo y se colocan las señalizaciones correspondientes y esto se plasma en un layout de riesgos.

En este layout se especifican las áreas de riesgo, de acuerdo a las normas:

- a. Norma Oficial Mexicana NOM-003 SEGOB/2002. Señales y avisos para protección civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.
- b. Norma Oficial Mexicana NOM-018 STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- c. Norma Oficial Mexicana NOM-026 STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

En el layout de riesgo se representan las señalizaciones en materia de protección civil que permitan al personal de la empresa identificar los mensajes de información, precaución, prohibición y obligación para actuar de manera correcta ante una situación y evitar algún tipo de siniestro.

Las señalizaciones se realizaron de acuerdo a un estudio previo considerando las condiciones existentes y se colocaron en el lugar donde se necesite su uso, donde el personal tenga un tiempo suficiente para captar el mensaje.

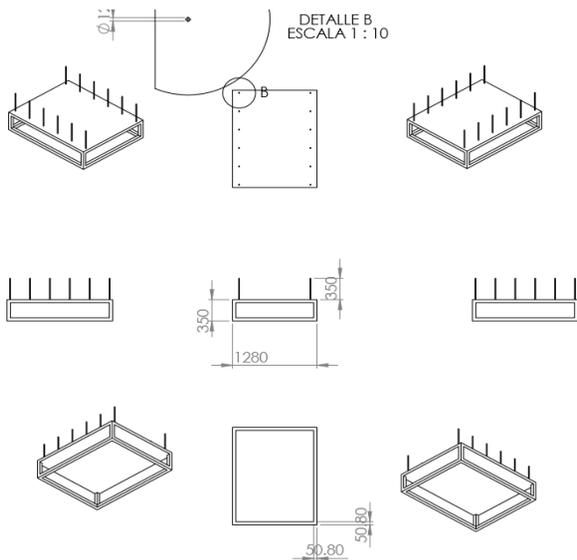


Figura 5 Diseño de soporte de barandas

Una característica que tendrá el soporte de barandas es que puede emplearse tanto para el proceso de pintado, como de secado y almacenamiento de las mismas y esto se visualiza en el diseño 3D de las figuras 6 y 7.

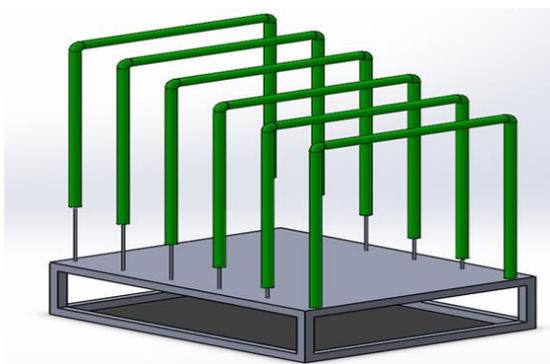


Figura 6 Vista frontal de soporte de barandas

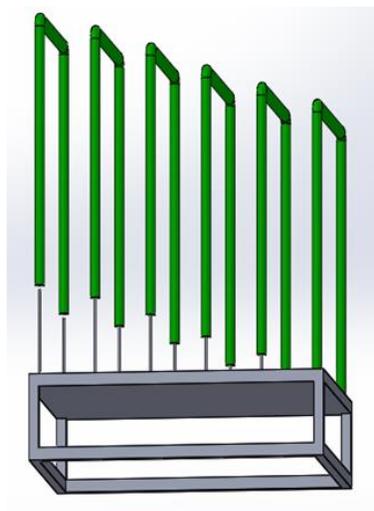


Figura 7 Vista lateral de soporte de barandas

Contenedor para materia prima de la maquina dobladora y roladora

Para el área de la máquina dobladora y roladora se propone un contenedor metálico donde se puedan colocar los tubos metálicos de forma vertical y con una charola movable para colocar materiales con menor longitud. Los tubos son la materia prima del proceso de doblado y rolado, cabe resaltar que se consideran las diferentes dimensiones que puede tener el tubo, de acuerdo a la gama de productos que se pretenden fabricar en este proceso. En la siguiente figura 8 se muestra el diseño y dimensiones del contenedor.

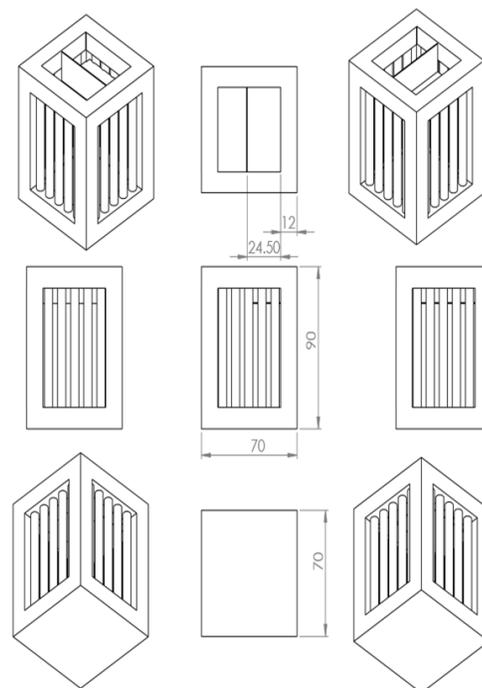


Figura 8 Contenedor del proceso de doblado y rolado

En las figuras 9 y 10 se observa el contenedor y la posición que tendrían los tubos al ser almacenados, siendo referencia importante la capacidad de producción que tendrá el área.



Figura 9 Contenedor de tubos

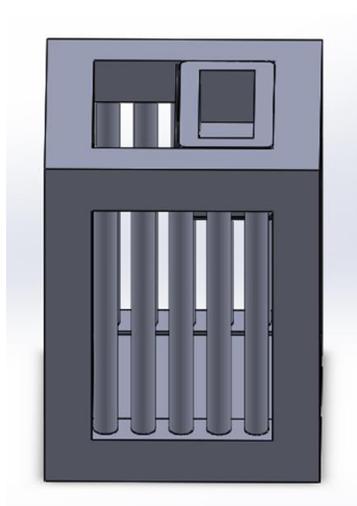


Figura 10 Contenedor de tubos

Resultados

Considerando cada uno de los criterios establecidos para la distribución de planta, se generaron alrededor de cinco propuestas, las cuáles fueron evaluadas, desde de la distancia, seguridad, secuencia del proceso, supervisión y control, servicio, capacidad de planta entre otras.

Espacio asignado por área	
Planta Baja	M ²
Producción	388.06
Cuarto de máquinas	21.95
Ventas	48.07
Sanitarios	8.13
Escalera	6.77
Recepción	28.59
Sanitarios	41.21
Cocina y Comedor	51.55
Total	594.33

Tabla 1 Asignación de áreas

A partir de la aprobación de la mejor propuesta de distribución de planta, en la Tabla 1, se presenta el espacio designado para cada uno de los departamentos y áreas en la empresa, necesarias para cumplir con los planes de producción.

Finalmente una vez aprobado el layout de la distribución de planta, se realiza la delimitación física de las áreas de trabajo y marcación del contorno de equipos y mobiliario, para que al ingresar la maquinaria a la planta ubicarlas de acuerdo al lugar asignado en el layout. En la figura 11 se pueden observar algunas de las áreas delimitadas.

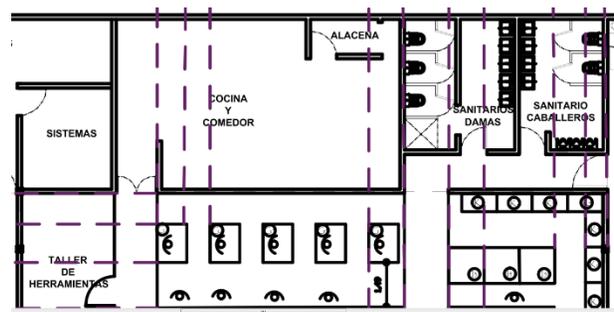


Figura 11 Delimitación de áreas

Agradecimientos

A las alumnas Emelin Paola Ballesteros Ortega y Gabriela González Velázquez.

A la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (Comecyt)

Conclusiones

La distribución de planta conlleva a una serie de análisis de información que permitan realizar una ubicación correcta de todos los elementos que intervienen en un proceso de fabricación, siempre buscando la minimización de costos.

Para las pequeñas empresas, o de nueva creación muchas veces la ubicación que se asigna a sus equipos, mobiliario y personal se realiza acuerdo a la disponibilidad de espacio, y con el paso del tiempo es difícil percatarse que se tienen altos costos de fabricación por movimientos innecesarios en el flujo de materiales y personal.

Las nuevas empresas o pequeñas empresa deben planear correctamente su proceso de fabricación desde la distribución de planta, ya que esto generará disminución de costos en una redistribución de planta o expansión de la misma. Lo anterior fue la razón principal por la cual, la empresa fabricante de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas, solicitó el proyecto de la distribución de planta de su nueva línea de producción.

El objetivo del proyecto se cumplió satisfactoriamente, ya que se logró una ubicación estratégica de cada uno de los elementos del proceso de fabricación, considerando sus necesidades y la ampliación a corto plazo con el proceso de inyección de plástico y un laboratorio de pruebas.

Finalmente es importante señalar que fue posible participar en la instalación de algunos equipos y observar el cumplimiento de los requerimientos de operación.

Referencias

Monks, Joseph G. (2004) *Administración de Operaciones*, Editorial Mc Graw Hill

Muther, R. (1981). *Distribución de planta*. Barcelona: S.A. Editorial Hispano Europea.

Riggs James L.(2005), *Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control*, Tercera Edición, Editorial Limusa Wiley

Zandim, Kjell B., (2014) *Manual del Ingeniero Industrial*, Quinta Edición, Editorial Mc Graw Hill

Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo

Characterization of the growth system of tomato in prototype

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ Sergio†*, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel, MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica y NERI-LUNA, Cecilia

Cuerpo Académico Optimización de Procesos Productivos de la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji.

Cuerpo Académico Integración Tecnológica de la Universidad Tecnológica de Jalisco

Cuerpo Académico Ecología Terrestre de la Universidad de Guadalajara

ID 1^{er} Autor: Sergio, Martínez-Sánchez

ID 1^{er} Coautor: Fabiola María del Carmen, Laguna-Aguilar

ID 2^{do} Coautor: Amando Gabriel, Serrano-Caballero

ID 3^{er} Coautor: Verónica, Martínez-Martínez

ID 4^o Coautor: Cecilia, Neri-Luna

Recibido 4 de Enero, 2018; Aceptado 6 de Marzo, 2018

Resumen

En la actualidad existe una problemática ambiental que impacta seriamente en nuestros cultivos, algunos de ellos son la contaminación de agua, suelo y aire. Esto afecta directamente la productividad del campo. Un ejemplo claro de esto son los que se dedican al cultivo del jitomate. El siguiente proyecto presenta la caracterización del proceso de crecimiento de jitomate como una propuesta para optimizar el desarrollo del jitomate, en prototipo a través de un modelo matemático, metodología que permite manipular los niveles significativos, para crecimiento óptimo de la planta, y con ellos mayor producción de jitomate en periodos cortos de tiempo. Las variables que se tomaron en cuenta son la temperatura y la humedad. Así mismo el impacto socioeconómico en la región de Tul-Tepeji, estado de Hidalgo.

Optimización, variables, Desplazamiento lineal, Factores, Diseños factoriales

Abstract

At present, there is an environmental problem that seriously impacts our crops, some of them are the contamination of water, soil and air. This directly affects the productivity of the field. A clear example of this are those that are dedicated to the cultivation of tomatoes. The following project presents the characterization of the tomato growth process as a proposal to optimize the development of the tomato, in prototype through a mathematical model Factorial Design, methodology that allows us to manipulate the significant parameters to obtain the greatest growth of the plant, and with them greater tomato production in short periods of time, throughout the year. The variables that were taken into account are temperature and humidity. Likewise, the socioeconomic impact in the Tul-Tepeji region, Hidalgo State.

Optimization, Variables, Linear displacement, Factor designs

Citación: MARTÍNEZ-SÁNCHEZ Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel, MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica y NERI-LUNA, Cecilia. Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo. Revista de Invención Técnica 2018. 2-5:9-14

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sergio.martinez@utt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En México el cultivo del jitomate es de gran importancia, 70% de los cultivos que se producen bajo condiciones protegidas corresponde al jitomate. (Antonio Juárez-Maldonado 2015). Por esto es importante realizar un manejo eficiente en la agricultura intensiva para lo que se requieren conocer los factores que condicionan el potencial de producción de los cultivos. La producción de cultivos en invernaderos es de suma importancia ya que nos da una ventaja sobre la producción a cielo abierto porque se establece una barrera entre el ambiente externo y el cultivo, creando un microclima interno que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento, contaminación, plagas) y controlar factores como la temperatura, radiación, concentración de CO₂, y humedad relativa. Es importante mencionar que la actividad agrícola es fundamental para el desarrollo del campo y de sus habitantes, por tal motivo nos hemos dado a la tarea de trabajar continuamente aplicando el modelo matemático que permita optimizar la producción del jitomate, como es el caso en este trabajo, sin embargo existe una gran cantidad de productos agrícolas que se pueden aplicar modelos matemáticos de optimización de la producción y obtener productos eficientemente y a corto plazo. Aún falta trabajo pero es un inicio obtener estos resultados como lo es la disminución en el periodo de crecimiento de la planta.

En este artículo se describe la experimentación en dos etapas, la primera se habla del prototipo de un invernadero diseñado con la finalidad de llevar a cabo la experimentación involucrando sensores de humedad, temperatura y desplazamiento, la segunda el modelo matemático Diseño Factorial que es una técnica que se facilita obtener resultados concretos y fácil de interpretar, con dos factores y una variable de salida, asimismo los resultados y conclusiones correspondientes. Se trabajó bajo una hipótesis concreta diciéndonos que la aplicación de un modelo matemático eficiente el crecimiento de la planta de jitomate.

Materiales y métodos

El experimento fue realizado a través de un prototipo de invernadero, donde se controlaron dos variables del proceso de producción, para analizar y observar el crecimiento de la planta, con tres sensores, el HC SR04, DHT11 y el óptico, de temperatura, humedad y desplazamiento respectivamente. El desarrollo del panel para el monitoreo de las variables fue realizado en el programa de LabVIEW, como se muestra en la figura 1 ubicando las principales variables a medir dentro del prototipo, en el cual como se mencionó anteriormente se agregaron la temperatura, humedad en el ambiente, humedad en el suelo y el desplazamiento (Crecimiento de la planta).

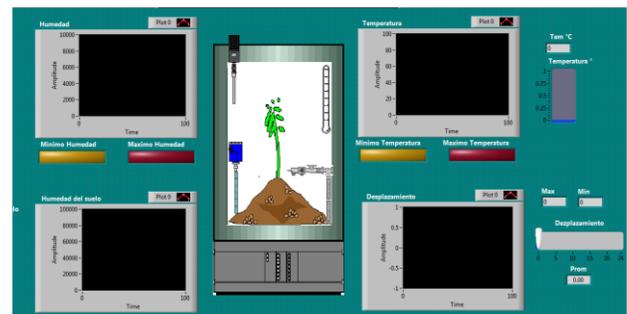


Figura 1 Pantalla principal de Lab VIEW

Fuente (Fuente propia 2015)

La ubicación de los sensores en el prototipo del invernadero, fueron ubicados estratégicamente de tal manera que se obtuvieran los mejores datos de medición; como se muestra en la figura 1 Los datos del desplazamiento de la planta se obtuvieron al ejecutar el programa, los valores obtenidos se graficaron cada diez mediciones, en el programa de Lab VIEW.

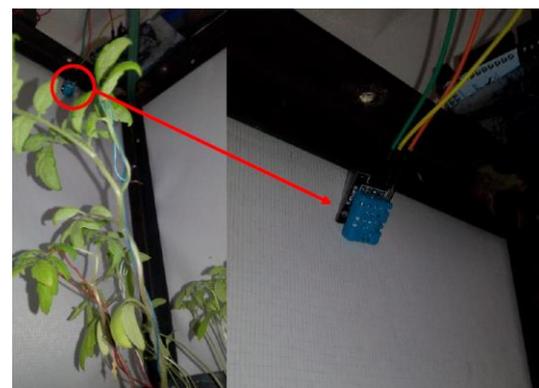


Figura 2 Ubicación de los sensores

Fuente (Propia 2015)

Se examinaron los factores y haciendo variar los parámetros para lograr el desplazamiento lineal de forma horizontal de la planta, propiciando un acelerando crecimiento, al variar los niveles de los factores, sin embargo es importante mencionar que se pueden emplear más factores, pero los costos de la investigación aumentan considerablemente.

El propósito es optimizar la producción, al cambiar los niveles de los factores a través del modelo es posible regular ciertos factores involucrados en el crecimiento del jitomate, de esta manera la planta crecería con mayor rapidez.

Para lograr esta investigación se realizaron pruebas, con 18 plantas de jitomate para hacer la evaluación de su crecimiento en diversas etapas y poder definir qué condiciones son las que dan los mejores resultados.

El monitoreo de las variables será llevado a cabo mediante un programa en el software Lab VIEW, donde se graficarán los valores obtenidos por medio de herramientas que el software proporciona, obteniendo los datos de sensores a través de una tarjeta de adquisición de datos Arduino MEGA.

En la actualidad, los productores de jitomate se enfrentan a diversas problemáticas, tanto al sembrar como al cosechar, por causas ambientales el crecimiento del jitomate es muy variable y hay factores que pueden intervenir en su crecimiento como son: las estaciones del año, la radiación solar, la humedad o temperatura a la que están expuestas, o incluso a los nutrientes que les sean suministrados. La tecnología ha tenido una evolución muy grande en los últimos años por lo cual es posible la utilización de diversos softwares para optimizar este tipo de producciones.

Caracterización del proceso de crecimiento de la planta

Se aplicó la metodología del diseño factorial aplicando el análisis de varianza (ANOVA), definiendo el proceso del experimento siendo esta una prueba o ensayo y un diseño de experimento sabemos que son pruebas donde las variables involucradas en la entrada de un proceso pueden ser variadas para la observación de resultado, o respuestas de salida, bajo la identificación de las causas que producen estos cambios. Durante cualquier proceso existen variables que pueden ser controladas $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ y otras que no pueden $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_q$, aunque para efectos de alguna prueba si pudieran ser controlables.

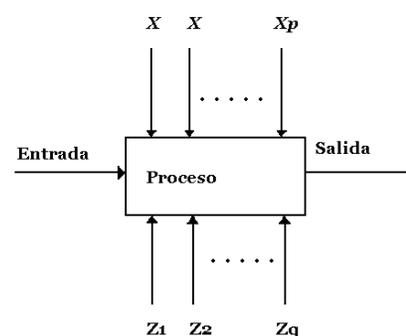


Figura 3 Diseño general de un proceso

Fuente (Diseño y análisis de experimentos; Douglas C. Montgomery)

Dos son los factores durante el proceso de desarrollo: La humedad (A), (B) la temperatura. Es sencillo controlar ambos factores. Sin embargo, para realizar el experimento; se decide realizar todo lo necesario para asegurar el éxito total. Se elige dos niveles de humedad relativa, (60%, 70%), tres niveles de temperatura (20 °C, 25°C, y 30°C). Con tres réplicas de un diseño factorial con estos dos factores. La variable de respuesta a investigar es el desplazamiento lineal de la planta de jitomate. Una vez identificado las variables que pueden ser controlables, y los instrumentos confiables para su operación, así como el diseño factorial, se procede a realizar el experimento, con tres plantas iniciándolas con 21 cm de altura, obteniendo datos de las mediciones realizadas, de tal manera que podamos cambiar los valores de las magnitudes como son la temperatura y la humedad. Este diseño basado en un modelo matemático de Diseño Factorial, se puede ver en la siguiente tabla 1.

		Temperatura (B)		
		20 °C	25 °C	30 °C
Humedad	60 %	28.0	29.5	28.5
		28.5	30.0	29.0
		29.0	31.0	29.3
	70 %	23.0	23.5	22.0
		23.5	24.0	22.5
		24.0	26.0	23.0

Tabla 1 Diseño factorial
Fuente (Fuente propia 2017)

Planteamiento de la hipótesis.

El Diseño de experimentos nos permitirá aprobar o rechazar la hipótesis establecida:

$$H_0: \mu = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \quad (1)$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \quad (2)$$

Si F_0 es mayor que F_α Se rechaza H_0

Hipótesis Nula

Si F_0 es menor que F_α Se acepta H_0

Hipótesis Alternativa

Con: $\alpha = 0.05$

La solución se realiza a través del software Minitab, cargando los datos y obteniendo los siguientes resultados, como se ilustra en la tabla 2

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value
Model	5	156.69	31.33	57.91
linear	3	155.148	51.71	95.57
Humedad (A)	1	146.205	146.2	270.1
Temperatura (B)	2	8.943	4.47	8.26
Iteración	2	1.543	0.772	1.43
Humedad (A)*Temperatura (B)	2	1.543	0.772	1.43
Error	12	6.493	0.541	
Total	17	163.185		

Tabla 2 Solución del diseño factorial, mediante software Minitab
Fuente (Fuente propia 2018)

En esta solución nos indica que los datos obtenidos para la humedad, temperatura y la relación entre ambos factores es los siguiente respectivamente con un $\alpha = 0.05$, la humedad $F_0 = 270.1$ calculada y la $F_\alpha = 4.75$ obtenida de tablas, temperatura $F_0 = 8.26$ calculada y la $F_\alpha = 6.93$ obtenida de tablas, para la iteración entre ambos factores es $F_0 = 1.43$ calculada y la $F_\alpha = 6.93$ obtenida de tablas, lo que nos indica que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alternativa se rechaza, lo que nos indica que existe influencia entre la humedad y la temperatura para el crecimiento del jitomate, asimismo existe una relación entre ambos factores tal y como se en la iteración Plot for desplazamiento, véase graficas 1 y 2.

En el proceso de crecimiento de la planta de jitomate bajo condiciones controlables como son la humedad, la radiación solar y otras magnitudes de influencia que puedan afectar el crecimiento, así como el lugar donde se efectuara el experimento, se debe contar con el prototipo del invernadero, asimismo las condiciones necesarias a fin de evitar magnitudes de influencia que aun cuando no participan en el proceso, si influyen en el resultado del crecimiento de la planta, se recomiendo utilizar un sistema de aire acondicionado para obtener el control de la temperatura afín de evitar que perjudique la respuesta de salida.

Graficas de resultados

Las gráficas nos presentan el grado de influencia que tienen con el crecimiento del jitomate, así como los parámetros óptimos de mayor crecimiento.

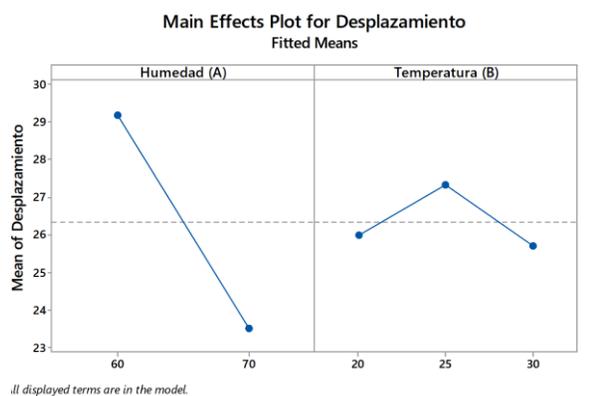
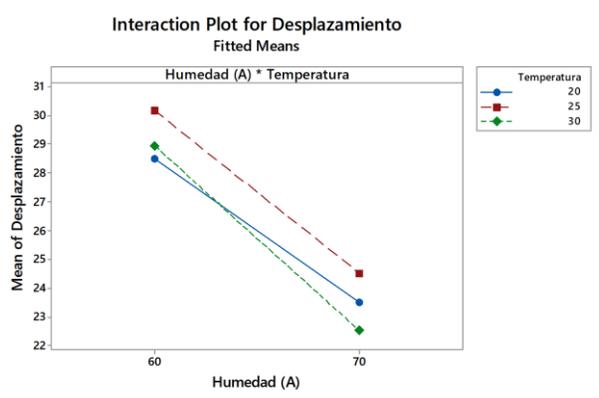


Gráfico 1 Comportamiento de la humedad y temperatura
Fuente: (Empresa, 2016)



Gráfica 2 Comportamiento de la humedad y temperatura
Fuente: (Empresa, 2016)

En la segunda etapa se diseñó el modelo de diseño factorial se aplicó en el prototipo de invernadero.

Lo que nos muestra la gráfica 1.3 es que la humedad óptima es del 60% y la temperatura de 25 °C. Lo que indica una salida de 29.5 cm de crecimiento.

Resultados y discusión

Después de concluir los procesos experimentales se generaron gráficas de crecimiento de los diferentes órganos de las plantas de jitomate. Después de definir la problemática actual de los cultivos del campo y la importancia de trabajar en investigaciones encaminadas a mejorar la productividad de los cultivos bajo condiciones protegidas, por tal motivo los trabajos que actualmente se están llevando a cabo es con la finalidad de apoyar este sector productivo, siendo las justificación del proyecto.

Se trabajó con el diseño factorial lo que permitió optimizar el desplazamiento de la planta de jitomate, así como diseñar un prototipo de invernadero automatizado que nos permitió monitorear y controlar los niveles de los factores, a través de un software de instrumentación virtual, para analizar el crecimiento del tallo de la planta variando los parámetros de humedad y temperatura, estos datos obtenidos como resultados en esta primera etapa, nos indica que la mejor humedad y temperatura es a 60% y 25 °C, respectivamente, valores que le permiten a la planta tener mayor crecimiento de aproximadamente de 5 a 8 cm, y el desarrollo durante 15 días de prueba que se realizó.

Sin embargo esta es una primera etapa de la investigación, tan solo con dos factores y dos y tres niveles, aún falta mucho por trabajar, pero es importante mencionar que incorporando factores como la radiación solar, nutrientes podemos tener mejores resultados en la investigación

Conclusiones

Las herramientas estadísticas permiten el mejor control de los procesos, ya que un proceso medido es un proceso controlado. Pero su aplicación es más efectiva sí se sigue una metodología para la soluciones de problemas; diseños factoriales, este tipo de metodologías están basadas en herramientas estadísticas para la optimización de procesos. De esta manera las soluciones son más puntuales, asertivas y optimas; porque dirigen los esfuerzos de manera más objetiva.

El Diseño Factorial es de gran ayuda para poder optimizar e identificar los problemas, estos son los más eficientes para este tipo de experimentos, donde se investiga todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores y su porcentaje de afectación y por lo siguiente analizarlos para mejorar el proceso e identificar claramente cuáles son los factores óptimos para su crecimiento.

El Diseño factorial es un tipo de experimento diseñado que permite estudiar los efectos que pueden tener varios factores sobre una respuesta. Al realizar un experimento, el hecho de variar los niveles de todos los factores al mismo tiempo en lugar de uno a la vez permite estudiar las interacciones entre los factores.

Finalmente se realizó un análisis de impacto dando como resultado del experimento donde se obtuvo los valores ideales de mayor crecimiento de la planta.

La generación de nuevos conocimientos el apoyo a los diversos sectores de nuestra sociedad y la transmisión del conocimiento es parte fundamental del Cuerpo Académico y la participación de estudiantes en el proyecto, sin embargo falta mucho camino que recorrer.

A pesar de contar con cultivos protegidos para la producción de jitomate, los climas extremos de los años 2017 y 2018, perjudicaron el crecimiento de las planta de jitomate, debido a que la mayoría de los invernaderos no cuentan con sistema de control automatizados de la temperatura dentro del invernadero, lo que hace que al existir bajas temperaturas ($-4\text{ }^{\circ}\text{C}$) la planta inniva su crecimiento, por otro lado cuando la temperatura excede, la producción de jitomate tiende a afectarse.

La información presentada aquí puede ser útil en la planeación de los requerimientos de agua y nutrientes a lo largo de un ciclo de cultivo en agricultura protegida. También se puede utilizar para definir épocas de producción para aprovechar los mejores precios del mercado. Además, se puede aplicar en áreas poco exploradas como la modelación y simulación de tomate cultivado en invernadero.

Referencias

R. E. Walpole, R.H. Myers. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Interamericana. 2. Irwin R. Miller, John E. Freud, Richard Jhonston.

Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Prentice Hall. 3. Richard I. Levin, David s. Rubin. Estadística para Administradores. Prentice Hall. 4. Murria Spiegel, John Schiller, R. Alu Srinivasan.

Probabilidad y Estadística. Mc. Graw - Hill. 5. Paul L. Meyer. Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas. Fondo Educativo Interamericana.

Diseño y Análisis de Experimentos Montgomery segunda edición. Limusa Wiley. 2012

Anderson, Sweeney, Williams, Estadística para administración y economía. Editorial Thomson 2. Carot Vicente

Control estadístico de la calidad. Editorial Alfa Omega 3. Montgomery, Runger.

Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Editorial Mc Graw Hill 4. Montgomery C.D., Introduction to statistical quality control, 4th Edition, John Willey and Sons, Inc. 5. R.E. Walpole, R.H. Myers.

Probabilidad y estadística para ingenieros. Editorial Interamericana 6. Murria Spiegel, John Schiller, R. Alu Srinivasan.

Probabilidad y estadística. Editorial Mc Graw Hill 7. Meyer L. P, Probabilidad y aplicaciones estadísticas, Editorial Fondo Educativo Interamericano 8. Irwin Miller, John E. Freuno

Probabilidad y estadística para ingenieros, Editorial Prentice - Hall 9. Erwin Kreyszing, Estadística matemática, Editorial Limusa 10. Spiegel Murray R, Probabilidad y estadística, Editorial Mc Graw – Hill

Implementación del análisis preliminar de riesgo para la evaluación de un taller de soldadura

Implementation of the preliminary risk analysis for the evaluation of a welding workshop

FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis*†, PIÑA-ROBLES, Luis y SALVADOR-JUÁREZ, Cristian

*Universidad Tecnológica de Altamira-Tecnológico Nacional de México/I.T. Altamira, Ingeniería en Mantenimiento Industrial e Ingeniería Industrial. Blvd. de Ríos km 3+100 Altamira Tamaulipas/ Carretera Tampico - Mante, Km 24.5
C.P. 89600, Altamira, Tamps*

ID 1^{er} Autor: *Luis, Fernández-García*

ID 1^{er} Coautor: *Luis, Piña-Robles*

ID 2^{do} Coautor: *Cristian, Salvador-Juárez*

Recibido 11 de Enero, 2018; Aceptado 16 de Marzo, 2018

Resumen

En el siguiente proyecto se habla acerca del análisis de riesgo, que son las causas o amenazas posibles que se pueden presentar en cualquier lugar, este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otros para evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa). En este caso se evaluará los riesgos que se encuentran en el taller de Soldadura de la Universidad Tecnológica de Altamira. Para obtener este análisis se buscará un método que beneficie y funcione, el cual se pondrá a prueba, en este caso el seleccionado es el método preliminar de riesgos. Se busca que los datos obtenidos proporcionen información relevante para el diseño y desarrollo de un taller de soldadura seguro y que cumpla con las normatividades nacionales e internacionales.

Mantenimiento, Soldadura, Riesgos

Abstract

The following project talks about risk analysis, which are possible causes or threats that can occur anywhere, this type of analysis is widely used as a security tool to identify risks (qualitative methods) and others to assess risks (generally of a quantitative nature). In this case, the risks found in the welding workshop of the Technological University of Altamira will be evaluated. To obtain this analysis we will look for a method that benefits and works, which will be tested, in this case the selected one is the preliminary risk method. The data obtained is intended to provide relevant information for the design and development of a safe welding workshop that complies with national and international regulations.

Maintenance, Welding, Risks

Citación: FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, PIÑA-ROBLES, Luis y SALVADOR-JUÁREZ, Cristian. Implementación del análisis preliminar de riesgo para la evaluación de un taller de soldadura. Revista de Invención Técnica 2018. 2-5:15-19

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: lfernandez@utaltamira.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En los últimos años, la metodología del Análisis de Riesgo, ha evolucionado mucho desde que comenzó en la industria aeroespacial, electrónica y nuclear. Es un concepto sencillo que ofrece métodos para contestar las siguientes cuatro preguntas (Cabeza & Cabrita 2007):

- ¿Qué puede ir mal?
- ¿Cuáles son las causas?
- ¿Cuáles son las consecuencias?
- ¿Cuál es la probabilidad que ocurra?

Por otro lado, se tiene el Análisis Preliminar de Riesgos (APR) que es un mecanismo de mucha utilidad en la detección y localización de riesgos. Puede decirse que es una herramienta básica de evaluación de riesgos que es utilizada para analizar los riesgos de un proceso.

El APR se utiliza para un primer análisis cualitativo llevado a cabo durante el diseño y desarrollo de cualquier proceso, producto o sistema. La característica básica de la revisión inicial es que es de gran utilidad para revelar aquellos aspectos que a veces pasan desapercibidos en los sistemas de seguridad ya existentes.

Esta técnica de identificación de riesgos conocida también en inglés como PHA cuyas siglas corresponden a Preliminary Hazard Analysis (OHSAS 18001).

Descripción del Método

El taller de la Universidad Tecnológica de Altamira cuenta con un área de 118 m² en la Tabla 1 muestra el contenido de las instalaciones.

Nombre	Cant	Nombre	Cant
Contacto 220 v trifásica	6	Lámparas (doble foco)	4
Contacto 110 v	8	Extractores	2
Mesas para soldar	6	Ventilador industrial 110 v	1
Mesa para corte	1	Maquina plasma trifásica	2
Maquina smaw	3	Equipo oxicorte	2
Maquina smaw monofásica	1	Compresor 220 v	1
Maquina mig trifásica	2	Tanque de bióxido de carbono	2
Maquina tig monofásica	1	Tanque argón comprimido	1
Centro de carga	6	Pastilla	7

Tabla 1 Descripción del Taller

Se realizó un check list en base a las normas NOM 027 STPS 2008 Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene, NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas y ANSI Z49.1-2012 safety in Welding Cutting and Allied Processes para saber qué puntos de estas normas si cumple y cuales no cumple así poder analizar el estado del taller, esto se puede observar en la Tabla 2.

Riesgo	Cumple		Norma
	Si	No	
Las máquinas se encuentran en buen estado		X	Ansi z49.1-2012 apartado 3.1.1
En el área de soldadura existen señalamientos para indicar que se debe utilizar protección visual		X	Ansi z49.1-2012 apartado 4.1.2
Existen extintores en el área de soldadura		X	Ansi z49.1-2012 apartado 6.2.1
Los cables de la máquina de soldar están ubicados y protegidos correctamente	X		Ansi z49.1-2012 apartado 8.7.1
Los cables de las máquinas de soldar se encuentran bien localizados para evitar tropiezos		X	Ansi z49.1-2012 apartado 8.7.2
Se trasladan los cilindros de gas correctamente (argón y oxígeno)	X		Nom 027 stps 2008 guía de referencia 2
Se mantienen perfectamente identificados los cilindros de gas en todo momento	X		Nom 0027 stps 2008 guía de referencia 2
Se utilizan las mangueras adecuadas para los cilindros de gas de protección	X		Nom 027 stps 2008 guía de referencia 2
Se tiene designada un área específica para soldadura y corte	X		Nom 027 stps 2008 guía de referencia 2
Se presenta buena accesibilidad en las máquinas de soldadura		X	Nom-001 sede 2012 Apartado 4.12
Se cuenta con la suficiente iluminación en el taller de soldadura	X		Nom-025 apartado 7
Todas las máquinas de soldadura en el taller cuentan con su estampilla o placa con sus especificaciones		X	Nom-029-stps apartado 8.2
El taller cuenta con un extintor cerca del área de trabajo		X	Nom-027-stps-2008 apartado 8
Se indica con un marcado la tensión o corriente las máquinas de soldadura	X		Nom-001-sede-2012 apartado 110-21
El centro de carga tiene indicado riesgo de arco eléctrico		X	Nom-001-sede-2012 apartado 110-16
Es apto el tipo de envolvente del centro de carga	X		Nom-001-sede-2012 apartado 110-28
El voltaje de línea de alimentación debe corresponder al de la máquina de soldar	X		Nom-027-stps-2008 apartado 10.2
Los equipos están en un buen estado para evitar choques eléctricos		X	Ansi z49.1-2012 apartado 13.2.1

Tabla 2 Lista de verificación de las Instalaciones del Taller

Metodología

El Análisis Preliminar de Riesgos (APR) fue el precursor de otros métodos de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del proceso, sea del tipo de implantación.

El APR selecciona los productos peligrosos y los equipos principales de la planta.

El APR se puede considerar como una revisión de los puntos en los que pueda ser liberada energía de una forma incontrolada.

Fundamentalmente, consiste en formular una lista de estos puntos con los peligros ligados a:

- Materias primas, productos intermedio o finales y su reactividad.
- Equipos de planta.
- Límites entre componentes de los sistemas.
- Entorno de los procesos.
- Operaciones (pruebas, mantenimiento, puesta en marcha, paradas, etc.).
- Instalaciones.
- Equipos de seguridad.

Estimación del riesgo en el taller

De manera complementaria se hace la estimación del riesgo para obtener una valorización del mismo y saber si es alto, medio o bajo, y así poder tomar las medidas correctivas, se deberá actuar inmediatamente si es alto, en un tiempo tolerable si es medio, o si es bajo se lo toma como no urgente y se si se debe de tomar en cuenta o no. En la Tabla 2 se establecen los rangos de evaluación:

Rango	Grado de riesgo	Apreciación
0 – 4	Despreciable	Riesgo aceptable
4 – 1250	Muy bajo	1 año
1250 – 2500	Bajo	3 meses
2500 - 5000	Medio	1 mes
5000 - 6250	Alto	1 semana
6250 - 7500	Muy alto	1 día
7500 - 9000	Extremo	Inmediato
> 9000	Inaceptable	Paro de actividades

Tabla 3 Rangos de evaluación

Resultados

Los resultados de este análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros. Estos resultados son siempre cualitativos, sin ningún tipo de priorización. En la Tabla 4 se muestran los principales riesgos.

Riesgo	Causa	Consecuencia
Caída por objetos	Objetos mal puestos o instalados	Golpes por la caída
Contacto indirecto por el proceso del soldador.	No tener cubículos	Quemaduras por las chispas, rebabas etc.
Contacto eléctrico.	Cables sin su aislante, contactos en mal estado.	Electrocución y quemaduras
Corto circuito.	Por cables sin su protección	Daño a la instalación y equipo
Extractores	No existen suficientes extractores de humo	Daños en el sistema respiratorio
Escases de iluminación	Falta de lámparas en el taller	No tener buena visibilidad a la hora de soldar
Choque eléctrico por el portaelectrodo	Mala calidad del cable del portaelectrodo	El soldador puede sufrir un gran daño o la muerte
Mal estado de la maquinaria de soldar	Mal uso de la persona que utiliza dicha maquinaria	Por mal estado de la maquinaria la soldadura se encontrara con imperfecciones
Falta de extintores	Porque están ubicados lejos del taller de soldadura	En caso de que se presente un incendio no se podría apagar rápidamente
Incendio por corto circuito	Falta de extintores	No poder controlar el fuego rápidamente
Falta de señales preventivas	No se siguió la norma de señalamientos	Daño al trabajador y maquinas por el mal manejo

Tabla 4 Lista de riesgo

Estimación del riesgo

Esta estimación ayuda a obtener una magnitud del riesgo existente y se usa la siguiente fórmula para determinarlo:

$$GR: GD \times PO \times FE \times NP \quad (1)$$

Dónde:

- GR = El grado de riesgo
- GD = La gravedad del daño
- PO = La probabilidad de ocurrencia
- FE = La frecuencia de exposición
- NP = El número de personas en riesgo

En las Tablas 5 y 6 se muestran alguno de los casos mostrados en la Tabla 4.

GD	5	Tropiezos y caídas a nivel pudiendo provocar golpes, fracturas, contusiones.
	FE	8
NP	8	De 16 a 50 personas.
PO	5	Es muy probable que pase ya que no siempre se tiene el cuidado adecuado al ordenas loa materiales o equipos.
	GR	5x8x8x5=1600

Tabla 5 Caída por objetos

GD	10	A falta de cubículos para soldar, se pueden presentar quemaduras, daños en la vista temporal o permanente a terceros por la frecuencia del problema, exposición a radiación.
	FE	10
NP	8	De 16 a 50 personas.
PO	5	Es muy probable de que estos problemas ocurran ya que a falta de los cubículos tanto como trabajadores y terceros están expuestos siempre que se está trabajando.
	GR	10x10x8x5=4000

Tabla 6 Contacto indirecto por el proceso del soldador

Conclusiones

En las normas de instalación eléctrica y de corte se encontraron riesgos referentes a la maquinaria, en las instalaciones del cableado, como se encuentran cada uno de estos puntos que son de suma importancia dentro de un taller de soldadura, ya que si no cuentan con los requisitos de las normas dichas instalaciones provocarían más riesgos al momento de realizar las actividades, como lo son el traslado de cilindros de gas en este caso, los gases de protección para soldaduras MIG y TIG ya que utilizan cilindros para resguardar el gas de protección donde la norma NOM 027 STPS 2008 Actividades de soldadura y corte.

Condiciones de seguridad e higiene es la que reglamenta que se deben de trasladar correctamente, además de la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas y la ANSI Z49.1-2012 safety in Welding Cutting and Allied Processes.

Sin embargo en los casos analizados los riesgos salen de carácter bajo a medio lo que significa que con pequeñas adecuaciones se puede realizar de manera segura las maniobras requeridas.

El estudio también arroja resultados en donde se requieren establecer las siguientes recomendaciones:

1. Desarrollo de manuales de prácticas de mantenimiento.

- Seguridad
- Medio ambiente
- Higiene
- Material
- Equipo
- Procedimiento (lista de tareas) (Ejemplo de un procedimiento de tarea/actividades) (Mapa conceptual de las materias de tsu con horas y maestros).

2. Cambio de equipo de protección por nuevos y/o en mejor estado de los actuales en el taller de mantenimiento.

3. Donación de equipo sencillo como guantes, lentes, chisperos, cegueras, martillos, etc., organizado por todo el alumnado de la carrera de mantenimiento industrial /soldadura.

Referencias

Cabeza, M., & Cabrita, E. (2007). La planificación estratégica del análisis de riesgo cuantitativo de procesos. *Ciencia e Ingeniería*, 28 (2), 63-68.

Kolluru, K., et. al. 1998. Manual de evaluación y administración de riesgo. Mc. Graw Hill. New York.

NORMA Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2008, Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas.

OHSAS 18001 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud.

Safety In Welding Cutting And Allied Processes ANSI Z49.1-2012

Logística inversa aplicada a los materiales de embalaje de la industria maquiladora, una opción para la sustentabilidad

Reverse logistics applied to the packaging materials of the maquiladora industry, an option for sustainability

CONDE-FERNÁNDEZ, Roma Pamela*†, GARCIA-MARTINEZ, Reydezel, MARTINEZ-JIMENEZ, Osvaldo y LÓPEZ-LÓPEZ, Erasto

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

ID 1^{er} Autor: *Roma Pamela, Conde-Fernández/ ORC ID: 0000-0002-9161-1522, Researcher ID Thomson: S-7001-2018 and CVU CONACYT ID: 947212*

ID 1^{er} Coautor: *Reydezel, García-Martínez/ ORC ID: 0000-0002-9411-0926, Researcher ID Thomson: S-6727-2018 and CVU CONACYT ID: 775114*

ID 2^{do} Coautor: *Osvaldo, Martínez-Jimenez/ ORC ID: 0000-0002-5856-6002, Researcher ID Thomson: S-7856-2018 and CVU CONACYT ID: 478278*

ID 3^{er} Coautor: *Erasto, López-López/ ORC ID: 0000-0003-0085-5618, Researcher ID Thomson: S-8007-2018 and CVU CONACYT ID: 468912*

Recibido 6 de Enero, 2018; Aceptado 19 de Marzo, 2018

Resumen

En México operan aproximadamente cinco mil maquiladoras, la diversidad de las actividades productivas de este sector repercute en la complejidad para establecer cuantitativamente el impacto ambiental, económico y social de los procesos productivos, no obstante, lo anterior, algunos resultados y afectaciones pueden ser percibidos a simple vista, sobre todo en lo que concierne a desperdicios. Ciudad Juárez ha hecho de esta industria su principal fuente de desarrollo, de hecho, ocupa el segundo lugar a nivel nacional, lo cual le convierte en una excelente opción para realizar proyectos de investigación aplicada. En este sentido se ha llevado a cabo una propuesta de Logística Inversa (L.I.) de los materiales de embalaje, tomando como referente una metodología mixta, con un estricto apego a los ejes de la sustentabilidad. De tal manera que ha sido posible establecer la relación directa que existe entre la L.I. y la reducción de consumo de materiales, retorno de bienes, disminución de costos y consecuentemente el incremento de utilidades de los trabajadores. Es importante destacar que la aplicación práctica que aquí se presenta puede llegar a ser útil para cualquier empresa manufacturera.

Logística Inversa, Industria Manufacturera, Sustentabilidad

Abstract

In Mexico operate approximately five thousand factories, the diversity of productive activities in this sector affects the complexity to quantitatively establish the environmental, economic and social impact of production processes, however, the above, some results and effects can be perceived to simple view, especially with regard to waste. Ciudad Juarez has made this industry its main source of development, in fact, ranks second nationally, which makes it an excellent choice to carry out applied research projects. In this sense, a proposal of Reverse Logistics (R.L.) of the packaging materials has been carried out, taking as reference a mixed methodology, with a strict adherence to the axes of sustainability. In such a way that it has been possible to establish the direct relationship that exists between the R.L. and the reduction of consumption of materials, return of goods, decrease of costs and consequently the increase of profits of the workers. It is important to note that the practical application presented here can be useful for any manufacturing company

Reverse Logistics, Manufacturing Industry, Sustainability

Citación: CONDE-FERNÁNDEZ, Roma Pamela, GARCIA-MARTINEZ, Reydezel, MARTINEZ-JIMENEZ, Osvaldo y LÓPEZ-LÓPEZ, Erasto. Logística inversa aplicada a los materiales de embalaje de la industria maquiladora, una opción para la sustentabilidad. *Revista de Invención Técnica* 2018. 2-5:20-33

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: roma_conde@utcj.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La industria maquiladora o manufacturera de exportación constituye a través de la Inversión Extranjera Directa (IED), una de las principales fuentes de desarrollo económico de las ciudades del norte del país, actualmente en Ciudad Juárez Operan 335 de estas empresas.

A grandes rasgos se puede señalar, que las actividades de estas organizaciones encuentran sustento en la importación sin el pago de aranceles de mercancías o insumos, para ser objeto de elaboración, transformación o reparación; retornando dichos bienes al extranjero una vez que se cumple la finalidad por la cual se introdujeron al territorio nacional.

En este sentido las mercancías sujetas al proceso productivo cuentan con un estricto marco normativo que regula el retorno al extranjero, no obstante, en lo que concierne a los desperdicios, las disposiciones legales establecen que estos pueden ser retornados al extranjero, donados o destruidos; sin embargo no sucede así, dados los costos logísticos que implica el primero de los casos, las empresas comúnmente optan por las dos últimas opciones, teniendo como destino dichos bienes las recicladoras o basureros de la localidad, situación que repercute en la contaminación de la ciudad.

La presente investigación tiene por objeto mostrar la eficiencia de la Logística Inversa (L.I.) aplicada a las actividades industriales; fue posible identificar que los materiales de embalaje recolectados durante la etapa de recepción de las mercancías pueden ser acondicionados a fin de dotarlos de valor y estar posibilitados para su empleo en el área de embarques, con la finalidad de que retornen al extranjero junto con los bines.

Cabe agregar que los procesos de L.I. que aquí se presentan, resultan ser viables a la mayoría de las empresas manufactureras, ya que cuentan con las áreas citadas anteriormente.

Ahora bien, una vez que se ha hecho mención al tema concreto y la importancia del mismo, es necesario señalar que la problemática que se abordada constituye la generación de un proceso de logística inversa que logre impactar los principales ejes de la sustentabilidad (ambiental, económico y social) y así mismo aporte un valor agregado a la organización. Se han determinado estas características debido a que debe existir motivación para incentivar que las empresas manufactureras adopten actividades de L.I. a sus procesos.

En vista de que el presente trabajo representa investigación aplicada, la presentación se ha esquematizado bajo diversos apartados, el primero de los mismos hace alusión a los antecedentes y justificación que han motivado dicho proyecto. Por otro lado, en este tipo de investigaciones es de suma importancia que se cuente con un sustento teórico, razón por la cual se aportan diversos autores que abordan los esquemas de la L.I. Por último, el desarrollo se ha dividido en dos apartados, uno relativo a los aspectos cualitativos y otro que hace alusión a los cuantitativos, que aportan la confirmación de la hipótesis.

Antecedentes y justificación

Es necesario que previo a efectuar la definición de los alcances del presente trabajo, se mencionen los antecedentes que enmarcan la creación y desarrollo de la industria maquiladora en Ciudad Juárez.

La catedrática Guadalupe Quijada (2012), a través de un análisis histórico, explica que el antecedente más remoto lo constituye el Programa Brasero, este se estableció en el año de 1942 por Estados Unidos, y su finalidad consistió en dotar de manera temporal a los campos norteamericanos de mano de obra, la cual era conformada en su mayoría por indocumentados, a principios de 1965 el programa se cancela y muchos braseros quedan desocupados, estos se ven en la necesidad de regresar a México, ya sea de manera voluntaria o mediante la deportación, en algunos de los casos las personas deciden no regresar a su localidad de origen, estableciendo su residencia en Ciudad Juárez.

La citada autora menciona que para el mismo año el gobierno mexicano crea el Programa de Industrialización Fronteriza, que consistió en la instalación de fragmentos de los procesos productivos de empresas industriales estadounidenses que requerían de uso intensivo de mano de obra, en este sentido se crea el término de "plantas gemelas", ya que una sola gerencia podría manejar una planta de alta tecnología de capital intensivo en los Estados Unidos y una planta de uso intensivo de mano de obra en el lado mexicano, aunado al costo tan bajo de la mano de obra mexicana. Quijada indica que en 1969 a nivel nacional se encontraban registradas 147 empresas y generaban 17 mil empleos.

De acuerdo a datos recabados por el organismo Plan Estratégico De Juárez A.C. (2018), para el cierre del 2017 operaban en la localidad 335 establecimientos con autorización de programa IMMEX, los cuales generan de manera directa 264,490 empleos relacionados a la industria manufacturera, sin considerar aquellos que se dan de manera indirecta a través de la proveeduría o de prestación de servicios. Es de reconocer que la enorme dependencia económica que la ciudad mantiene respecto a este sector, ya que como se pudieron observar las cifras citadas en párrafos anteriores, con respecto a las actuales, se han incrementado de manera constante y exponencialmente, distando completamente de los datos iniciales.

Es durante la década de los ochenta y hasta el día de hoy que los investigadores han puesto especial atención en la industria manufacturera del país, abordando como parte de sus estudios diversas vertientes, sobretodo valorando los aspectos positivos o negativos que entraña dicho sector. Manuel Martínez Del Campo en 1983 determina que las principales bondades que otorgaba la industria maquiladora constituyen la generación de empleos, capacitación para la adquisición de habilidades especializadas, transferencia de tecnología y saldo de divisas, no obstante, estos beneficios conllevan algunas desventajas como son los salarios no bien remunerados, trabajos especializados efectuados por extranjeros y la casi nula transferencia de tecnología. En un estudio más reciente la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (2007) señala que los beneficios económicos se clasifican en cuantitativos y cualitativos.

Entre los primeros se encuentra la creación de empleo, el aumento de las exportaciones y la consecuente generación de divisas, la atracción de Inversión Extranjera Directa (IED) y los encadenamientos productivos con el resto de la economía local. Entre los cuantitativos sobresale la transferencia de tecnología en sus diversas modalidades, incluyendo la capacitación a los trabajadores que son contratados por la industria manufacturera; cabe destacar que al cierre de dicho documento se hacen conclusiones muy similares a las proporcionadas por Manuel Martínez Del Campo, a pesar de que ambos trabajos distan por dos décadas de diferencia, dicha información se encuentra respaldada por el Instituto Hunt de la universidad de Texas (2015), en diversos estudios se hace alusión a Ciudad Juárez como una de las áreas metropolitanas fronterizas más pobladas en toda la región fronteriza entre México y los EE.UU, en su reporte se destaca que la ciudad es una de las localidades con el mayor número de empresas manufactureras de exportación de todo México, encontrándose solo por detrás de Tijuana, de igual forma mantiene el liderazgo en cuanto a la cantidad de empleados en empresas manufactureras de exportación en todo México y en las ciudades fronterizas del norte.

Sin embargo, en contraste con lo anterior en el mismo trabajo se determina que el salario promedio de todos los trabajadores, de producción y administrativos, en Juárez es inferior que el de sus contrapartes en otras ciudades fronterizas del norte de México (sólo Acuña, Coahuila, tiene sueldos inferiores por empleado). Los datos de diciembre de 2014 revelan que los empleados en empresas manufactureras de exportación en Juárez estuvieron entre los salarios más bajos tanto en el interior del país como en la región fronteriza. Estadísticos de Indeed (2018) una empresa que le permite a los inversionistas contratar empleados, y se dedica a estudiar el mercado laboral dio a conocer que al cierre del año 2017, la diferencia de salario rondaba entre el 17% del promedio nacional y en este mes se estableció bajo el 8%, manteniéndose aún por debajo de la media nacional.

Por otro lado, al ser Ciudad Juárez una zona con tantas fábricas, resulta evidente determinar el impacto ambiental que se está generando en esta localidad.

El Centro de Estudios Regionales y Comunicación Alternativa (2009) aborda dicha problemática, destacando en su investigación que en cuanto al tema de los desechos de la industria manufacturera transnacional, en 1988 México y Estados Unidos acordaron que los desechos que provienen de las empresas transnacionales serían devueltos a su país de origen. Sin embargo, la mayor parte de las empresas hicieron caso omiso de tal acuerdo, existiendo poco control en la práctica, es así como se puede determinar que los daños al medio ambiente son variables, dependiendo de a dónde vayan a parar los desechos. Lo más común es que afecten el suelo, subsuelo y particularmente los mantos freáticos.

En cuanto al impacto ecológico que se vive actualmente en la ciudad existen pocas fuentes científicas que aborden la temática, en la mayoría de los casos son los medios de comunicación de la localidad quienes dan cuenta de las diversas problemáticas que genera la industria, el reportero Jonathan Álvarez del medio digital Yo Ciudadano, efectuó una investigación relacionada a las resoluciones de impacto ambiental de las maquiladoras, para lo cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) indico que los parques industriales deben presentar el documento en el cual se pone de manifiesto las condiciones del medio ambiente antes, durante y después de las operaciones de producción de una empresa, así como las medidas para evitar una mayor afectación al ambiente, no obstante, según la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del estado de Chihuahua, son aproximadamente 100 empresas las que cuentan con una resolución en comparación de las 335 que realizan operaciones.

No solo el aire puede ser contaminado a partir de partículas nocivas para la salud resultantes del proceso productivo, también lo son los desechos derivados de las mermas o desperdicios, los cuales fomentan el desarrollo de infecciones o dañan el ambiente colateralmente a través de siniestros, en cuanto a esto se han documentado 11 incendios de alto impacto ocurridos desde el 2008 en réyenos sanitarios o recicladoras, en los cuales se han visto implicados los desperdicios de las maquiladoras (El Diario de Juárez 2018b).

El desastre ambiental más catastrófico se dio el día 2 de Mayo del 2018, con el incendio de una planta de reciclaje ubicada en la zona urbana, el ambientalista René Franco Ruíz es citado por el periódico el Mexicano (2018), el cual señala que la emisión de sustancias químicas que se dispersó por la ciudad a causa del incendio de la recicladora Granjas Santa Elena, es 10 mil veces más fuerte que los gases que utilizaron en la Segunda Guerra Mundial. En investigaciones posteriores efectuadas por el Diario de Juárez se da a conocer que existen por lo menos 5 maquiladoras cuyos desperdicios debieron retornar al extranjero y terminaron inundando la recicladora(2018a).

La problemática citada anteriormente solo es el resultado de la inadecuada disposición de los bienes resultantes de los procesos productivos de la industria manufacturera, la cual debe gestionar adecuadamente su cadena de suministros para el retorno y disposición adecuada de los mismos.

Marco teórico

El desarrollo de este trabajo gira entorno a la identificación e implementación de procesos que logren mitigar los niveles de contaminación generado por los desperdicios de la industria maquiladora, a la vez que se fomentan valores y se incrementa el ingreso de la economía de los trabajadores.

Es imprescindible que al observar la actividades de la empresa estas sean abordadas bajo una óptica general, con dependencia de cada uno de los procesos, siempre en búsqueda de la eficiencia, mejora continua y satisfacción del cliente, situación que precisamente atiende la logística, la cual define Luis Moran García (2010) como la actividad interdisciplinaria que vincula las diferentes áreas de la compañía, desde la programación de compras hasta el servicio postventa; pasando por el aprovisionamiento de materias primas; la planificación y gestión de la producción; el almacenamiento, manipuleo y gestión de stock, empaques, embalajes, transporte, distribución física y los flujos de información.

La logística representa la adecuada gestión de la cadena de suministros, ya que mantiene una injerencia directa desde el momento en que se adquiere la materia prima, hasta el lugar donde el producto o servicio es consumido o utilizado; implicando cuatro actividades fundamentales que constituyen la selección del producto, ubicado en el lugar, momento y costo adecuado; en otras palabras aquello que no dota de valor agregado al proceso y no reduce los costos, no puede ser percibido como una actividad logística.

Vega de la Cruz, Fornaris, y Marrero (2017) representan en su trabajo de investigación tres grandes grupos de actividades logísticas: el primero representado por actividades propiamente de la logística empresarial (transporte, gestión del flujo de producción, uso óptimo de recurso, etc.); el segundo representado por lo referido a la logística verde (gestión ambiental, consumo energético, reducción de residuos, etc.); y el grupo tres donde están los más relacionados a actividades que son propias de la logística inversa (reventa, recuperación de valor, retorno al proveedor, etc.) de productos y envases. Por otro lado Mora (2010) asume que los procesos logísticos de las empresas industriales se desarrollan bajo un esquema el cual será detallado en el desarrollo de este trabajo.

El autor Mora (2010) afirma que, aunque es fácil pensar la logística como la gestión del flujo de productos desde los puntos de adquisición hasta los clientes, para muchas compañías existe un canal de logística en reversa que debe ser administrado también. La vida de un bien, desde el punto de vista logístico, no finaliza con el despacho hacia el cliente. En este sentido la cadena de abastecimiento termina con la disposición final de un producto y el canal en reversa debe ser considerado dentro del alcance de la planeación y control. En otras palabras, los procesos logísticos no deben ser lineales y unilaterales, resulta necesario considerar los retornos de determinados bienes, insumos o materiales los cuales aportan valor agregado al proceso productivo.

En este punto resulta oportuno efectuar la distinción de los conceptos de logística y logística inversa, dado que ambos conceptos son muy similares, la única variación que presenta la logística inversa, es que en esta se controla el flujo de productos, información y dinero en dirección opuesta, es decir, desde el cliente final hasta el punto de origen o producción (Montoya Gómez, 2010).

El diseño de las actividades logísticas para los procesos de las empresas es algo que hoy se lleva a cabo de manera casi cotidiana, de hecho aquellas empresas que no planean cada una de sus etapas productivas se encuentran destinadas a fracasar, sin embargo sucede lo contrario con la logística inversa, ya que no todas reconocen los momentos bajo los cuales resulta indispensable desarrollar procesos secundarios o de retorno dentro de su cadena de suministros con la finalidad de generar valor agregado a la organización.

En el artículo titulado Sistemas de logística inversa en la empresa, Rubio y Bañegil (2000) documentan los antecedentes históricos más remotos relacionados a la recuperación económica de los productos fuera de uso, menciona que en la edad de piedra donde el ser humano utilizó las esquirlas obtenidas en la fabricación de sus herramientas como puntas para sus flechas. Es evidente que la búsqueda de dotar de valor económico a los bienes no es un tema nuevo, a pesar de ello un estudio exploratorio ubica a la logística inversa como objeto de investigación formal a partir de 1991, desarrollándose mayor producción respecto a esto entre los años 2005 y 2009, viéndose disminuida en la última década (Contreras, Tordecilla, & Rodríguez, 2014).

Actualmente las organizaciones consideran la ejecución de las actividades de recuperación siempre y cuando las mismas generen un valor añadido que contribuya al logro de una ventaja competitiva, para Vellojín, Meza y Amaya (2006) nace del valor que una empresa es capaz de crear y ofrecer a sus compradores, que no exceda el costo de esa empresa por crearlo. Destacando el liderazgo de costos, la diferencia y el enfoque a nicho, como elementos para lograr sacar ventaja frente a otros competidores.

Para ellos la consecución de ventajas competitivas a través de la Logística Inversa dependerá, en gran medida, de la forma como se recupere el valor que conservan los productos devueltos, desechados por el consumidor o fuera de uso, en general, que fluyen en forma inversa.

Como se desprende de los anteriores párrafos la logística inversa puede ser representada como un factor para la creación de competitividad de las empresas, a pesar de ello no todo proceso puede ser sujeto a dicha actividad, se requieren elementos esenciales como lo son productos fuera de uso o materiales relacionados a los mismos.

Rubio y Bañegil (2000) señalan que desde un punto de vista empresarial las posibilidades económicas que plantea la recuperación de los productos fuera de uso pueden analizarse bajo dos perspectivas:

- a) De demanda: instrumento comercial para el fabricante que potencie su imagen en el mercado, “empresa sensibilizada con el medio ambiente”
- b) De oferta: supone sustituir materias primas y componentes originales por estos artículos recuperados, lo que genera una disminución en los costes.

Además de lo anterior agregan que dicha recuperación económica de los productos fuera de uso, tiene como objetivo aprovechar, a través de la opción de gestión adecuada, el valor que aún incorporan los productos desechados por el consumidor o dentro del proceso productivo, de manera que se obtenga con ello una rentabilidad económica o se provoque la consecución de ventajas competitivas de carácter sostenible.

En la siguiente figura se observar los diversos tratamientos que se le podrían dar a los productos fuera de uso aplicando logística inversa.

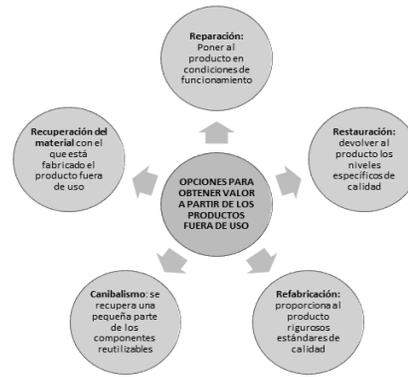


Figura 1 Actividades para la obtención de valor de los productos fuera de uso. Elaboración propia con información de Rubio y Bañegil (2000)

Una vez determinadas las posibilidades económicas respecto a los productos fuera de uso, así como el destino que se les puede dar a los mismos, resulta procedente hacer mención a las diversas actividades que deben ser consideradas para efectos de llevar a cabo una adecuada logística inversa, ya que de acuerdo a Monterrey, Priore y Fernández (2013) ha de tenerse en cuenta que las posibilidades de recuperación económica no son las mismas para todos los productos, e incluso en ocasiones la recuperación sólo sirve para una correcta eliminación pero no para reintegrar tales productos o algunos de sus componentes en la cadena de valor. No obstante, se pueden encontrar puntos en común a todos los sistemas que permiten simplificar el análisis.

Las actividades que son propias de un sistema de logística inversa son las siguientes:



Figura 2 Sistema de logística inversa aplicable a la recuperación económica de productos. Elaboración propia con información de Monterrey, Priore y Fernández (2000)

Es importante destacar que estos autores señalan que el SLI pueden ser desarrollado y gestionado por la empresa productora, con sus propios medios o bien esta función puede ser contratada por agentes externos.

En este sentido, la empresa puede optar por participar en un Sistema Integrado de Gestión o por contratar los servicios de una empresa especializada en este tipo de actividades, de hecho en la actualidad se ha fomentado el desarrollo de redes de logística inversa con la finalidad de descentralizar el proceso y que sean diversas organizaciones las beneficiarias de estos sistemas (Flórez, Toro, y Granada, 2012).

Un punto importante a destacar es la relación que guarda la logística inversa respecto a la sustentabilidad, de hecho forma parte de una tendencia que se ha desarrollado en el mundo empresarial la cual se denomina Green Supply Chain Management (GSCM), que consiste en desarrollar prácticas y estrategias verdes que permitan que desde la cadena se contribuya a la sostenibilidad ambiental, incluyendo un modelo de operación económica rentable, enfocada a la productividad y la satisfacción de los clientes (Montoya Gómez, 2010). Además de lo anterior existen investigadores que de manera práctica han logrado la relación de la sustentabilidad respecto a las actividades de logística inversa, un claro ejemplo es el trabajo de Hoz y Vélez, a través del cual dan a conocer un diseño en el sector plástico, logrando satisfacer objetivos económicos, sociales y ecológicos.

Una vez que han sido identificados los elementos que integran los SLI resulta necesario determinar bajo que supuestos estos son evaluados, con la finalidad de conocer su eficiencia. Un elemento de evaluación comúnmente empleado en la logística son los "Key Performance Indicator", es decir, indicador de desempeño logístico. Son medidas de rendimiento cuantificables que se utilizan en la dirección y gestión de la logística y permiten analizar la eficiencia de los procesos que engloba ésta: desde cuestiones de almacenamiento hasta transporte y distribución, gestión de inventarios, además de toda la información a lo largo de toda la cadena de suministros (Chamorro, 2017). El centro de consultoría Arrizabalagaauriarte (2016) especializada en temas logísticos sobre todo en lo que concierne a la mejora continua, señala que los principales indicadores de medición para determinar la eficiencia de la logística inversa son: los tiempos de recogida y devolución de la mercancía a los diversos puntos, repercusión de costes, márgenes de beneficios-perdidas e impacto ecológico.

Especialistas consideran que los sistemas de logística inversa deben ser contemplados como una excelente oportunidad de inversión para las empresas y no como un gasto. No sólo se trata de gestionar las devoluciones, que son cada vez mayores debido a la naturaleza de las operaciones de producción o al mayor requerimiento por parte de los clientes de que la empresa se haga cargo de la gestión de aquellos productos que ya no cumplen las necesidades del cliente, sino que se trata también de aprovechar esta inversión para incrementar los beneficios, aumentar el valor de la marca y la reputación, anticiparse a la demanda y mejorar la detección de las necesidades y el servicio al cliente (Arias-aranda y García-Morales, 2012).

De acuerdo al marco teórico aportado, la logística inversa representa un elemento indispensable para toda organización, sin embargo para el éxito de la misma debe diseñarse y seleccionar adecuadamente las opciones para la disposición de los bienes que adquirirán valor económico, así como un sistema adecuado que integre la totalidad de los procesos y personal a fin a los mismos, sometiéndolo a un proceso de evaluación, ya que de no hacerlo no se estará trabajando bajo una ventaja competitiva y tampoco generando los impactos sustentables esperados.

Descripción metodológica

El presente trabajo se guio bajo una metodología mixta, en una primera etapa se obtienen datos cualitativos que describen las características de los procesos productivos de los sujetos de estudio, lo que tiene como finalidad establecer relaciones entre los mismos. Posteriormente se aplican procesos de logística inversa, determinando a través de datos cualitativos la relación entre las diversas variables, lo cual conlleva que el alcance sea correlacional.

Planteamiento del problema

Ciudad Juárez es una localidad fronteriza cuya economía encuentra su principal sustento en la industria maquiladora. Tal como fue abordado en los antecedentes, los beneficios son cuantiosos, sin embargo, los cincuenta años de industrialización constante han generado problemáticas que afectan el entorno económico y social de las familias, así como del medio ambiente.

Estas condiciones implican que las organizaciones privadas y gubernamentales busquen soluciones a través del empleo de nuevas tecnologías y procesos sustentables, como lo podría ser en el caso que ocupa el presente trabajo la logística inversa.

Preguntas de investigación

¿Cuál es la principal actividad de la industria maquiladora en la que se pueden aplicar procesos de logística inversa de carácter sustentable?

Hipótesis

El desarrollo de procesos de logística inversa en la industria maquiladora se encuentra relacionado a la reducción de desperdicios que afectan al medio ambiente y fomenta el incremento del salario del trabajador.

Muestra y sujeto de estudio

Se tomó una muestra no probabilística de 12 maquiladoras, seleccionadas discrecionalmente, pertenecientes a diversos sectores, con el objetivo de analizar los procesos e identificar relaciones y similitudes entre los mismos.

En un segundo término se seleccionó una maquiladora a fin de implementar procesos de logística inversa y llevar a cabo comparaciones estadísticas, es importante destacar que la organización acepta participar en el desarrollo de la propuesta siempre y cuando no se dieran a conocer los datos de la misma, permaneciendo en el anonimato.

Criterios de exclusión

En la segunda etapa se excluyeron los procesos productivos debido a que no era posible encontrar una uniformidad de los mismos, considerando solo los laterales al mismo, como lo son los que se relacionan de manera directa a los procesos de abasto, almacenaje, empaque o embalaje.

Criterios para la eliminación de procesos

Se eliminaron aquellos procesos que dada su naturaleza no fuese posible efectuar actividades de logística inversa.

Técnicas de recolección de información

Las técnicas a emplear consistieron en el análisis documental, la observación, entrevista y encuesta, tomando en consideración los proceso y la factibilidad para el desarrollo de actividades de logística inversa dentro de los mismos.

Procesamiento de datos

Se efectuó la clasificación, registro, tabulación y codificación de la información recabada previo a la ejecución del proyecto y medición estadístico de los datos cuantitativos.

Análisis de datos estadísticos

Para el análisis de los datos cuantitativos se empleó el software especializado SPSS.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la relación que guarda la logística inversa respecto a la reducción de desperdicios y el fomento al incremento salarial de los trabajadores.

Objetivos específicos

- Identificación de los procesos logísticos.
- Definir áreas de oportunidad para la aplicación de la logística inversa en los procesos.
- Selección del proceso productivo más adecuado para llevar a cabo actividades de logística inversa.
- Planteamiento de la propuesta para el diseño de una red de gestión para la recuperación y reutilización de materiales.
- Determinación de costos y beneficios.

Lugar y tiempo

La determinación de los procesos de las 12 maquiladoras y obtención de la información, se efectuó a través de la aplicación de las técnicas cualitativas en un plazo de dos meses.

La segunda etapa se efectuó en un periodo de 7 meses, el primero de los mismos se dedicó a realizar las modificaciones de los procesos a fin de aplicar las actividades de logística inversa a sus operaciones, durante seis meses se efectuó la medición de cada una de las variables.

Diseño del estudio

Inicialmente mediante la aplicación de técnicas de observación y entrevista de personal a nivel gerencial y operacional, se identifican y describen los procesos productivos y actividades donde se generan áreas de oportunidad para la logística inversa.

Una vez obtenidos los datos anteriores se seleccionaron las actividades donde es posible efectuar la reutilización de materiales en base a la logística inversa, procediendo a efectuar la implementando de manera física, recabando los datos cualitativos para determinar la viabilidad del diseño de la propuesta, la cual gira en torno a los diversos modelos expresados en el marco teórico.

Para el análisis final se considera la reducción de gastos, los costos relacionados a los productos reutilizables, su correspondencia al incremento de utilidades de los trabajadores y la reducción de daño medioambiental causado por los desperdicios generados.

Resultados

Una vez efectuadas las observaciones, además de las entrevistas realizadas y siguiendo la mecánica de las actividades logísticas de la industria propuestas en el marco teórico (Mora García, 2010; Vega de la Cruz et al., 2017), se determinaron de manera general los procesos que deben ser llevados a cabo por las maquiladoras, estos se clasificaron bajo 10 rubros. Para cada uno de estos se realizó una identificación de los bienes que están presentes en el desarrollo y termino del proceso, cabe aclarar que no en todos es posible relacionar de manera directa un bien, sin embargo, como fue señalado anteriormente, los procesos logísticos no pueden ser analizados de manera aislada, ya que entre los mismos existe dependencia.

De igual forma se especificó el valor económico con el que cuentan al termino del proceso, ya que al finalizar este, pueden adquirir o continuar con algún valor económico, o perderlo y encontrarse bajo la categoría de productos fuera de uso, lo cual significa que no pueden ser comercializados adecuadamente, ya que de acuerdo a Vellojín, Meza y Amaya (2006), un producto fuera de uso, es un producto que ha perdido su valor, a pesar de ello, al someterlo a procesos adecuados lo puede recuperar, pero se debe ser cuidadoso ya que esta actividad deber aportar alguna ventaja competitiva para la organización.

Por ultimo en caso de ser procedente el tratamiento bajo un sistema de logística inversa se proponen opciones para la recuperación del bien de acuerdo a la propuesta hecha por Rubio Lacoba y Bañegil Palacios (2000).

Procesos	Descripción	
Recepción	La carga se recibe, se verifica su exactitud y se prepara para su acceso en planta.	
Bienes obtenidos	Valor	Opciones para s.l.i.
Contenedores Insumos	Producto con valor económico	N/a
Empaques Embalajes	Producto fuera de uso	Canibalismo
Distribución	Identificación y asignación de materiales o insumos.	
Orden de pedido	Se recibe la orden del cliente a entregar.	
Identificación de insumos	Se establece el plan de producción de acuerdo a los recursos disponibles.	
Inicio de proceso de producción	Se inicia del diseño del proyecto ubicando materiales y mano de obra.	
Centro de trabajo	Proceso en el cual los materiales se mueven de un departamento a otro para completar las actividades de producción.	
Bienes obtenidos	Valor	Operaciones para s.l.i.
Producto terminado	Productos con valor económico	N/a
Rmas Desperdicios	Productos fuera de uso	Recuperación refabricación canibalismo
Inspección de calidad	Inspección por control de calidad, se liberan o se rechazan.	
Bienes obtenidos	Valor	Operaciones para s.l.i.
Producto calificado	Productos con valor económico	N/a
Producto no calificado	Productos fuera de uso	Restauración Refabricación

Empaque y embalaje	Los productos son empaquetados y colocados con su embalaje específico para su traslado de la planta, a los centros de distribución o a los establecimientos de los clientes.	
Bienes obtenidos	Valor	Operaciones para S.L.I.
Contenedor empaque Embalaje Producto terminado	Productos con valor económico	N/a
Embarque	Se programa al transportista, se carga el transporte y se asegura la carga.	
Entrega de mercancía	La mercancía es entregada a cliente o se entrega a planta.	

Tabla 1 Actividades del proceso productivo y su relación con los bienes.

Fuente: *Elaboración Propia*

Del análisis de la información se pudo concluir que la totalidad de las maquiladoras contaban con potencial para la implementación de procesos de logística inversa, sin embargo, los procesos relacionados a los insumos y productos finales fueron excluidos, debido a que la diversidad de los mismos no permitía lograr la uniformidad, y la intención del presente trabajo consistía en establecer una propuesta significativa para la totalidad de la industria. Se pudo determinar que la totalidad de las empresas coincidían en dos procesos, los cuales se encuentran relacionados a la recepción de los insumos y del empaque y embalaje de los bienes terminados, razón por la cual se determinó diseñar un sistema de logística inversa (S.L.I.) aplicable a estos procesos.

Se pudo determinar que era posible reutilizar tres tipos de materiales de embalaje, siempre y cuando se efectuara adecuadamente la distribución correcta en el transporte y un adecuado canibalismo al arribar y descargar las mercancías. Estos insumos se encuentran constituidos por los Pallets, Slip Sheet y esquineros, los cuales son utilizados por todas las empresas visitadas.

Cabe aclarar que lo que se ha desarrollado como un S.L.I. para la reutilización de materiales de embalaje difiere del reciclaje dado que esta última actividad alarga la vida de las materias primas de los productos que no son susceptibles de ser recuperados, reparados o remano-facturados, la logística inversa busca mejoras y beneficios en los procesos productivos y de abastecimiento.

Una vez que fueron determinados los procesos a los cuales resultaba viable aplicar logística inversa, fue seleccionado el sujeto. Para la implementación del proyecto, se requirió de la participación de las áreas de producción, compras almacén, embarques y calidad.

El diseño del sistema de logística inversa se generó atendiendo a las actividades descritas en el marco teórico (Monterrey et al., 2013), este se sustenta bajo el siguiente diagrama:

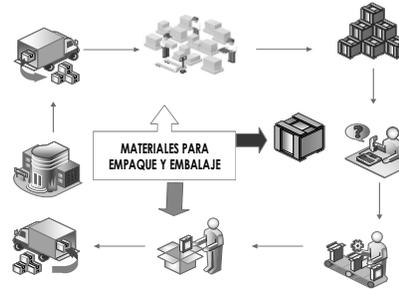


Figura 3 Diseño del sistema de logística inversa. Elaboración propia con información de Monterrey, Priore y Fernández (2000)

Este proceso se adecuó a las actividades que la organización ya realizaba, los materiales que se pretenden dotar de valor son los Slip Sheet y esquineros, los pallets fueron excluidos dado que la empresa no los emplea para el transporte de sus mercancías.

A fin de que fuese posible realizar mediciones se determinaron retrospectivamente los indicadores relativos a los Slip Sheet y esquineros recibidos y desechados durante el año 2016, esta información puede ser observada en las siguientes gráficas:

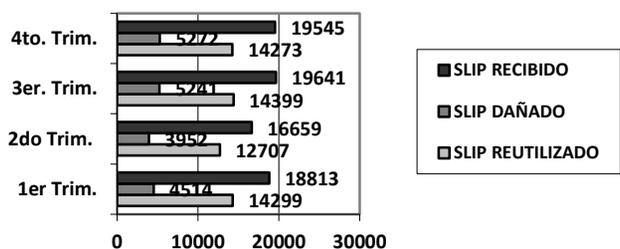


Gráfico 1 Indicadores Slip Sheets del 2016.

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa*

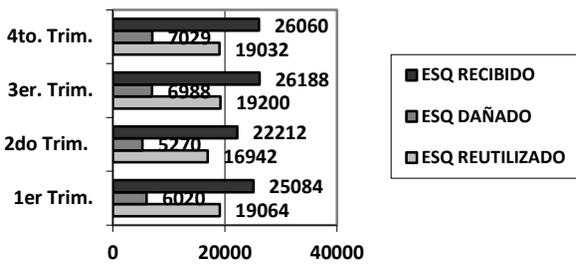


Gráfico 2 Indicadores esquineros del 2016
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa

El indicador permite conocer que se estaban enviando como desperdicio material de embalaje en buenas condiciones, un porcentaje mínimo terminaba con daños, la empresa registra este último indicador debido a que para el recibo de los insumos el personal realiza una inspección en el material de embalaje, para efectos de determinar si la mercancía fue objeto de algún daño.

Al cuestionar a los supervisores y encargados del área respecto a la no reutilización de los materiales de embalaje estos comentaron que si bien es cierto el material que se puede recuperar se encuentra en buenas condiciones, las medidas del que se recibe excede las que ha estandarizado el área de embarques. Situación que atienden precisamente los Sistemas de Logística Inversa, ya que la finalidad de este constituye la recepción de los bienes a un estado óptimo en que pueden ser utilizados para el retorno de la producción a la sucursal gemela en el extranjero.

Ya determinados los insumos a reutilizar en el proceso de empaque y embalaje, se establecieron criterios de clasificación y estándares de calidad, ya que no todos podrán volver a ser utilizados, es importante recalcar que estos se especificaron a través de guías visuales y se dieron a conocer al personal que intervenía en cada uno de las actividades.

Los estándares son los siguientes:

- 1) El cartón no debe contener ningún logotipo de alguna empresa
- 2) No debe estar sellado
- 3) El cartón deberá estar lo suficientemente grande para poder hacerle las adecuaciones necesarias para su reutilización.

- 4) El cartón debe estar limpio.
- 5) El cartón no debe sobre pasar de tres flautas, las cuales son las ondas del corrugado que se encuentra en la parte media de una lámina o una cara con el cual se forma el corrugado.

Para los esquineros solo se solicitó que no se encuentren dañados o sucios, ya que los esquineros no contienen sellos o logotipos, así como no contar con una medida estándar.

De igual forma se estableció contacto con los clientes a fin de informarles sobre el proceso que se pretendía efectuar, de lo cual manifestaron no contar con alguna inconformidad.

Debido a que los insumos deben pasar por un proceso de reacondicionamiento, dos herramientas resultaban necesarias, una cortadora para los Slip Sheets para dar cumplimiento a las medidas establecidas por el departamento de embalaje y un contenedor para el desplazamiento de los insumos por las áreas de recibos y embalaje.

Una vez llevada a cabo la capacitación y la implementación del proyecto se dio seguimiento durante un periodo de 12 meses, de los cuales se obtuvieron los siguientes indicadores:

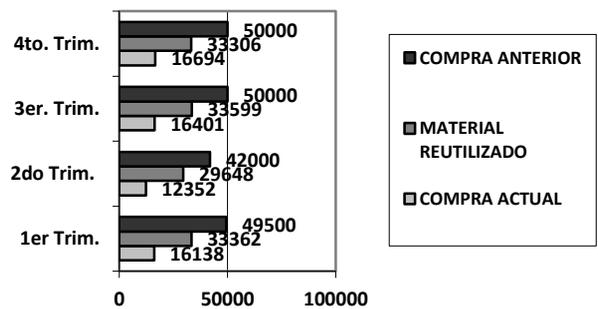


Gráfico 3 Indicadores de consumo y reutilización de insumos de empaque y embalaje 2017.
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa

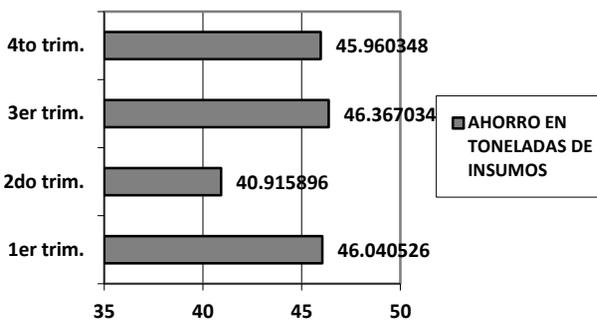


Gráfico 4 Indicador de ahorro en toneladas de empaque y embalaje con la reutilización de insumos 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa

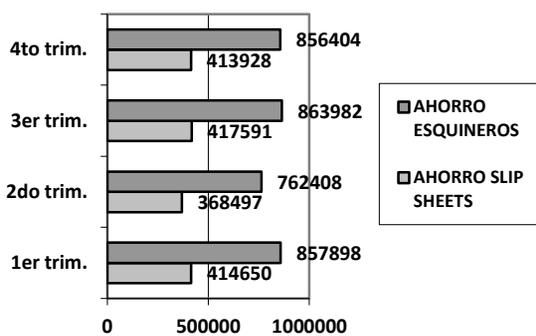


Gráfico 5 Indicador de ahorro en términos de compra de empaque y embalaje con la reutilización de insumos 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la empresa

Pendientes de elaboración

Análisis estadísticos

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Conclusiones

La industria maquiladora en Ciudad Juárez ha jugado dos papeles, por un lado, aporta desarrollo económico a la ciudad, y por el otro, sueldos poco competitivos y grandes daños ambientales. Las empresas manufactureras pueden aplicar logística inversa en cualquiera de sus procesos, sin embargo, del análisis efectuado en este trabajo se logra inferir que las actividades de empaque y embalaje constituyen un elemento esencial y constante en las empresas manufactureras, lo cual representa un aspecto de oportunidad que podría ser aplicable en los parques industriales o zonas destinadas a la industrialización.

El proyecto de investigación aplicada se direcciono bajo los enfoques de la sustentabilidad, al aplicar logística inversa en los embalajes se ha logrado lo siguiente:

1.- Disminuye la compra de nuevos materiales, lo cual se traduce en ahorros económicos para la empresa.

2.- Reducción significativa de la contaminación generada por la empresa por los desperdicios, debido a que los materiales recibidos retornaran al extranjero junto con las mercancías principales.

3.- Incremento respecto a las utilidades percibidas por el trabajador, lo cual se deduce al determinar los ahorros económicos generados por la empresa.

De manera concreta es posible establecer que se obtiene una utilidad ecológica, social y económica, al aplicar L.I., lo cual en otros términos representa una ventaja competitiva.

Es necesario señalar que estadísticamente se ha podido establecer que existe una relación entre la L.I. y la reducción de la necesidad de compra de nuevos materiales de embalaje, situación que respalda la hipótesis sugerida, no obstante, en este trabajo no se anexan dichos datos, por economía de espacio, aunado al hecho que resultan de más evidentes, dada la información presentada.

Evidentemente la propuesta que aquí se desarrolla genera buenas expectativas para cualquier empresa, se dota el proceso de L.I. que aquí se presenta de valor agregado a fin de que las organizaciones no desistan en su empleo. Aun así, existen algunas otras áreas de oportunidad que deberán ser exploradas de manera concreta por cada una de las empresas, premisa que debe volverse obligatoria para la preservación de las localidades donde se desarrolla la industria manufacturera.

Referencias

- Arias-aranda, D., & García-Morales, V. J. (2012). La gestión de la logística inversa en las empresas españolas: Hacia las prácticas de excelencia. *UNIVERSIA Business Review, Primer Tri.* Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=9b6498cf-ccdc-4799-ad4b-2327721bfb8b%40sessionmgr120>
- Arrizabalagauriarte Consulting. (2016). Indicadores clave para la mejora de la cadena de suministro. Recuperado el 27 de junio de 2018, a partir de <http://arrizabalagauriarte.com/key-to-improving-the-supply-chain-meters/>
- Centro de Estudios Regionales y Comunicación Alternativa. (2009). Impactos de la maquila en el medio ambiente de Ciudad Juárez. *Nóesis - Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 18(36)*, 52–77. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/859/85919840004.pdf>
- Chamorro, S. (2017). Estos son los mejores KPI's logísticos para una empresa. Recuperado el 27 de junio de 2018, a partir de <https://www.deustoformacion.com/blog/gestion-empresas/estos-son-mejores-kpis-logisticos-para-empresa>
- Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. (2007). *Evolución reciente y retos de la industria Manufacturera de exportación en Centro américa, México y república Dominicana: una perspectiva Regional y sectorial. Documentos de Proyectos, Estudios e Investigaciones.* México: Sede subregional de la CEPAL en México. Recuperado a partir de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/25838-evolucion-reciente-retos-la-industria-manufacturera-exportacion-centroamerica>
- Contreras, E., Tordecilla, R., & Rodríguez, J. (2014). A review of case studies using qualitative and exploratory research in reverse logistics. *Revista EIA, 10(20)*, 153–164. Recuperado a partir de <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=93609235&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMNLe80SeprU4yOvsOLCm r1CeqlFSr6e4S7KWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrskq2p7NLuePfgex43zx>
- Flórez, L., Toro, E., & Granada, M. (2012). Diseño de redes de logística inversa: una revisión del estado del arte y aplicación práctica a network design for a reverse logistics: a review and a practical application. *Ciencia e ingeniería neogranadina, 22*, 153–177.
- Hunt Institute For Global Competitiveness. (2015). Reporte de Indicadores Económicos de Paso del Norte, Primer Trimestre 2015. El Paso, Texas: University of Texas at El Paso. Recuperado a partir de https://digitalcommons.utep.edu/hunt_techrep/3%0AThis
- Indeed. (2018). Salarios de Operador/a de producción en Ciudad Juárez, CHH | Indeed.com.mx. Recuperado el 25 de junio de 2018, a partir de <https://www.indeed.com.mx/salaries/Operador/a-de-producción-Salaries,-Ciudad-Juárez-CHH>
- MARTÍNEZ, M. (1983). Ventajas e inconvenientes de la actividad maquiladora en México. *Comercio Exterior, BANCOMEXT, 33(2)*, 146–151. Recuperado a partir de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/231/5/RCE5.pdf>
- Monterrey, M., Priore, P., & Fernandez, I. (2013). Definition of a model for the development and management of a reverse logistics industrial estate in Spain. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 80(179)*, 14–22. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49627363003>
- Montoya Gómez, R. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Producción Más Limpia, 5(2)*, 64–75. Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=9b6498cf-ccdc-4799-ad4b-2327721bfb8b%40sessionmgr120>
- Mora García, L. (2010). *Gestión logística integral.* Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Periódico El Mexicano. (2018). Incendio de recicladora causa daños ambientales y de salud. Recuperado el 27 de junio de 2018, a partir de <https://www.periodicoelmexicano.com.mx/local/incendio-de-recicladora-causa-danos-ambientales-y-de-salud>

Plan Estratégico De Juárez A.C. (2018). *Informe Así Estamos Juárez 2018*. Ciudad Juárez, México: Plan Estratégico de Juárez, A.C. Recuperado a partir de http://www.planjuarez.org/images/docs/informes/Informe_asi_estamos_juarez_2018.pdf

Quijada, G. S. (2012). La Industria Maquiladora de Ciudad Juárez. Recuperado el 25 de junio de 2018, a partir de https://bivir.uacj.mx/bivir_pp/cronicas/maquilas.htm

Ramírez, I. (2018a). Basura de maquiladoras inunda predio incendiado | Local. Recuperado el 27 de junio de 2018, a partir de http://diario.mx/Local/2018-05-04_8956bd8a/basura-de-maquiladoras-inunda-predio-incendiado/

Ramírez, I. (2018b). Prevalecen irregularidades en manejo de desechos. Recuperado el 27 de junio de 2018, a partir de http://diario.mx/Local/2018-05-05_60df0241/prevalecen-irregularidades-en-manejo-de-desechos/

Rubio Lacoba, S., & Bañegil Palacios, T. (2000). Sistemas de logística inversa en la empresa. *Univerdad de Extremadura*, 31, 108–116. Recuperado a partir de <http://www.revistadyo.com/index.php/dyo/articloe/view/114/114>

Vega de la Cruz, L., Fornaris, C., & Marrero, E. (2017). Contribución a la logística inversa mediante la implantación de la reutilización por medio de las redes de Petri Contribution to the inverse logistics be means of implantation. *Revista chilena de ingeniería*, 25, 154–169. Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=9b6498cf-ccdc-4799-ad4b-2327721bfb8b%40sessionmgr120>

Vellojín, L., Meza, J., & Amaya, R. (2006). Logística Inversa : una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería y desarrollo*, 20, 185–202. Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=23&sid=9b6498cf-ccdc-4799-ad4b-2327721bfb8b%40sessionmgr120>

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Invención Técnica. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

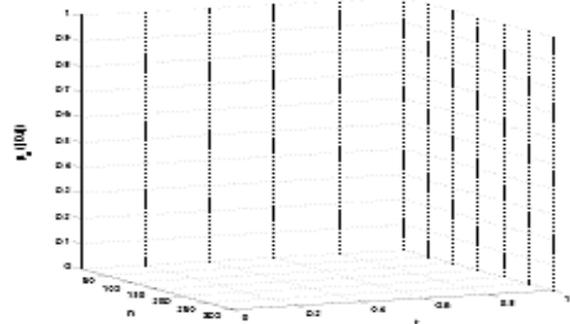


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

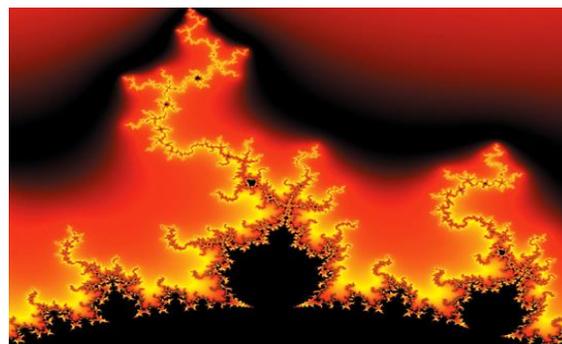


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Invención Técnica se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Invención Técnica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Invención Técnica, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.

Administración del Formato de Originalidad y Autorización.

Testeo de Artículo con PLAGSCAN.

Evaluación de Artículo.

Emisión de Certificado de Arbitraje.

Edición de Artículo.

Maquetación Web.

Indización y Repositorio

Traducción.

Publicación de Obra.

Certificado de Obra.

Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN@- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista de la Invención Técnica

“Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas”

NAVA, Francisca, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca

“Caracterización del sistema de crecimiento del jitomate en prototipo”

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ Sergio, LAGUNA-AGUILAR, Fabiola María del Carmen, SERRANO-CABALLERO, Amando Gabriel, MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, Verónica y NERI-LUNA, Cecilia

Universidad Tecnológica Tula-Tepeji

Universidad Tecnológica de Jalisco

Universidad de Guadalajara

“Implementación del análisis preliminar de riesgo para la evaluación de un taller de soldadura”

FERNÁNDEZ-GARCÍA, Luis, PIÑA-ROBLES, Luis y SALVADOR-JUÁREZ, Cristian

Universidad Tecnológica de Altamira

“Logística inversa aplicada a los materiales de embalaje de la industria maquiladora, una opción para la sustentabilidad”

CONDE-FERNÁNDEZ, Roma Pamela, GARCIA-MARTINEZ, Reydezel, MARTINEZ-JIMENEZ, Osvaldo y LÓPEZ-LÓPEZ, Erasto

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

