

ISSN 2523-6830

Volumen 2, Número 2 — Enero — Marzo - 2018

Revista del  
**Diseño**  
Innovativo

**ECORFAN**<sup>®</sup>

## **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 del Diseño Innovativo,**

Volumen 2, Número 2, 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](http://www.ecorfan.org/taiwan), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María, Co-Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD. ISSN 2523-6830. 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 del 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 Centro Español de Ciencia y Tecnología.

# **Revista del Diseño Innovativo**

## **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 Arquitectura internacional, Innovación tecnológica , Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial.

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 del Diseño Innovativo 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 Arquitectura internacional, Innovación tecnológica , Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial 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 Nefthalí. 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

PALAFIX - 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 del Diseño Innovativo 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 homologo 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 Arquitectura internacional, Innovación tecnológica, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

En el primer artículo presentamos *Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas*, por AVELINO-ROSAS, Roberto, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yolanda, RIVERA-MOJICA, Denisse Gabriela y CASTILLO-SERRANO, Erika, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Universidad Tecnológica Paso del Norte y Universidad Tecnológica de Tula - Tepeji, como segundo artículo presentamos *Eficiencia en paneles solares*, por TORRES-PACHECO, S., JURADO-PÉREZ, F., GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A., con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como tercer artículo presentamos *Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación*, por MORALES-GUZMÁN, Victor MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Xicoteppec de Juárez, como cuarto artículo presentamos *Automatización de equipo y ahorro de energía en planta de Motores*, por PÉREZ-ORTEGA, Eva Claudia, CHAVIRA-ÁLVAREZ, Alberto, ESPARZA-DELGADO, María Del Carmen y VALLES-NOROÑA, Alejandro, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Chihuahua.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas</b> AVELINO-ROSAS, Roberto, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yolanda, RIVERA-MOJICA, Denisse Gabriela y CASTILLO-SERRANO, Erika <i>Universidad Tecnológica de Tecamachalco</i> <i>Universidad Tecnológica Paso del Norte</i> <i>Universidad Tecnológica de Tula</i>	1-8
<b>Eficiencia en paneles solares</b> TORRES-PACHECO, S., JURADO-PÉREZ, F., GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A. <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	9-21
<b>Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación</b> MORALES-GUZMÁN, Victor MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela <i>Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez</i>	22-26
<b>Automatización de equipo y ahorro de energía en planta de Motores</b> PÉREZ-ORTEGA, Eva Claudia, CHAVIRA-ÁLVAREZ, Alberto, ESPARZA-DELGADO, María Del Carmen y VALLES-NOROÑA, Alejandro <i>Universidad Tecnológica de Chihuahua</i>	27-37

## Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas

### Ergonomic study in the area of plastic injection, proposals for improvement and workshop of active breaks for employees

AVELINO-ROSAS, Roberto†, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yolanda, RIVERA-MOJICA, Denisse Gabriela\* y CASTILLO-SERRANO, Erika

*Universidad Tecnológica de Tecamachalco, Av. Universidad Tecnológica No. 1, Colonia La Villita, Tecamachalco, Puebla, México.*

*Universidad Tecnológica Paso del Norte, Calle Pez Lucio No. 10526 y Pez Aguja Col. Puerto de Anapra, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.*

*Universidad Tecnológica de Tula - Tepeji, Av. Universidad Tecnológica No. 1000, El Carmen, Tula de Allende, Hidalgo, México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Roberto, Avelino-Rosas / ORC ID: 0000-0002-1564-4302, Researcher ID Thomson: S-6538-2018, CVU CONACYT ID: 344859

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Yolanda, González-Díaz / ORC ID: 0000-0003-1132-4097, Researcher ID Thomson: S-5891-2018, CVU CONACYT ID: 947068

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Denisse Gabriela, Rivera-Mojica

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Erika, Castillo-Serrano / ORC ID: 0000-0001-8049-9902, Researcher ID Thomson: S-6714-2018, CVU CONACYT ID: 689775

Recibido 23 de Enero, 2018; Aceptado 12 de Marzo, 2018

#### Resumen

Difícilmente las medianas empresas se preocupan por las condiciones ergonómicas de los trabajadores, por enfocarse más en situaciones legales, la productividad y calidad. En lo que trabaja es sobre el área de Seguridad Industrial pero la Higiene pocas veces se toman el tiempo de estudiarla. Es por ello nuestra inquietud en realizar este trabajo sobre el estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleados, que tiene como objetivo dar solución a una problemática en materia de Higiene Industrial, donde se analizan los puestos de trabajo y su ambiente a través de una evaluación ergonómica realizada por los métodos Fanger, Check List OCRA, Evaluación de Postura Rápida EPR y el Método RULA Y REBA. Donde encontramos áreas de oportunidad que se expusieron al gerente e ingenieros de planta y colaborativamente se llegó a una serie de propuestas para minimizar este problema y evitar que los trabajadores tengan una enfermedad profesional.

**Higiene Industrial, Ergonomía, Posturas**

#### Abstract

Hardly medium-sized companies are concerned about the ergonomic conditions of workers, for focusing more on legal situations, productivity and quality. In what it works, it is on the Industrial Safety area but Hygiene seldom take the time to study it. That is why we are interested in doing this work on the ergonomic study in the area of injection of plastics, improvement proposals and workshops for active breaks for employees, which aims to solve a problem in the field of Industrial Hygiene, where they are analyzed the work stations and their environment through an ergonomic evaluation carried out by the Fanger methods, Check List OCRA, Rapid Posture Assessment EPR and the RULA and REBA method. Where we found areas of opportunity that were exposed to the manager and plant engineers and collaboratively a series of proposals was reached to minimize this problem and prevent workers from having an occupational disease.

**Industrial hygiene, Ergonomics, Postures**

**Citación:** AVELINO-ROSAS, Roberto, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yolanda, RIVERA-MOJICA, Denisse Gabriela y CASTILLO-SERRANO, Erika. Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-2: 1-8

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: denisse.rivera@utpn.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Para Auliciems y Szokolay, (2007) el interés en el bienestar ambiental del ser humano ha estado presente desde Sócrates y Vitruvio procurando crear y construir ambientes adecuados en función del clima de la Zona, sobre todo por razones de confort y salud.

Corbella y Yannas, (2003) comentan que una persona se encuentra confortable cuando puede observar y sentir un fenómeno sin preocupación o incomodidad. Se considera que el confort térmico, acústico y lumínico son variables de confort ambiental; al incrementarse alguna de estas variables por tiempos prolongados se genera en el cuerpo un estrés negativo a lo que resultan enfermedades físicas y psicológicas relacionadas.

Silva (2011) menciona que la ergonomía ambiental analiza e investiga las condiciones externas al ser humano que influyen en su desempeño laboral. Dentro de estas condiciones se encuentran los factores ambientales físicos como son: nivel térmico (refrigeración y calefacción), nivel de ruido y vibración, nivel de ventilación (aire y humedad relativa) y nivel de iluminación; estudiarlos ayudará a diseñar y evaluar mejores condiciones laborales e incrementar el confort, la productividad y la seguridad.

El método Check-List OCRA (Occupational Repetitive Action) Responde a la necesidad de proporcionar una evaluación de riesgos y análisis convenientes para el diseño y rediseño de puestos de trabajo y los aspectos relacionados con la organización, la mano de obra (Colombini, 2011)., éste evalúa el riesgo por actividades repetitivas relacionadas a la extremidad superior el cual asocia el nivel de riesgo a la posibilidad de aparición de un trastorno en un tiempo determinado.

Villar (2015) comenta que los trastornos musculoesqueléticos en extremidad superior por repetitividad son causados por factores; físicos, psicosociales y organizativos; las causas que los ocasionan son: la fuerza ejercida, la postura de los segmentos implicados, la repetitividad de las acciones y el tiempo de recuperación.

Para Jiménez, Catalán (2015). La adopción continuada y repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético. El método Rula permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo esquelético. El método Rula Evalúa posturas concretas del cuerpo a la hora de realizar trabajos y es muy importante hacer una discriminación de las posturas para evaluar aquellas posturas que supongan una carga postural más elevada.

Según la información sobre accidentes y enfermedades de trabajo de Puebla, desde el 2004 hasta el 2016 muestra algunas áreas de oportunidad en el estudio de la higiene industrial, ya que al parecer se encuentra descuidada esta parte por enfocarse más en el área de seguridad industrial.

Se muestran a continuación algunos datos que nos muestra este estudio proporcionado por la secretaría de Trabajo y Previsión Social.

### Evolución de los accidentes de trabajo en Puebla 2004-2016

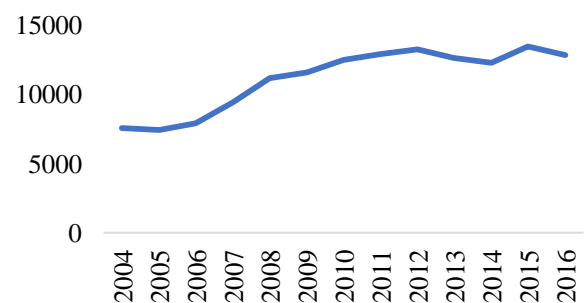


Gráfico 1 Memorias estadísticas IMSS, 2004 – 2016

Cómo se puede observar, del 2004 al 2007 el número de accidentes se encuentran debajo de los 10000 accidentes por año, pero a partir del 2008 hasta el 2016 los accidentes se encuentran en un rango entre 10000 y 14000.

Aunque no se observa de manera alarmante, pero si se observa que se incrementa el número de accidentes en las empresas del estado de Puebla.



Por otro lado, vamos a comparar las enfermedades profesionales que se han presentado en esos mismos años en la industria Poblana:

### Evolución de las enfermedades de trabajo en Puebla

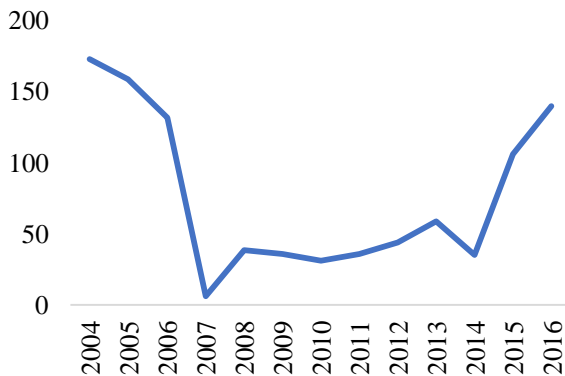


Gráfico 2 Memorias estadísticas IMSS, 2004 – 2016

Se puede observar que en los años 2007 al 2014 se presentan datos de enfermedades de trabajo bajos, pero a partir de 2015 y 2016 se incrementan los valores, por lo tanto, analizando esta información, se le tiene que poner más atención a este problema que se incrementa cada vez más. Las enfermedades más comunes que se presentan son las siguientes:

- Enfermedades del ojo
- Dorsopatias
- Intoxicaciones
- Hipocáusias
- Neumococoniosis
- Entesopatías
- Síndrome del túnel Carpiano
- Dermatitis de contacto
- Lesiones de hombro
- Tenosinovitis de Estiloides Radial de (Quervain)
- Afecciones respiratorias debidas a la inhalación de gases, humos, vapores y sustancias químicas.

Esta información proviene de la Memoria estadística del IMSS 2016 en el Capítulo VII, referente a Salud en el Trabajo se encuentra este dato sobre las Enfermedades de trabajo por delegación, según naturaleza de lesión 2016.

Las principales enfermedades profesionales que se tienen son:

- Enfermedades del ojo
- Dorsopatias
- Intoxicaciones

En este orden se identifican las principales enfermedades profesionales de la industria Poblana.

La investigación presente se llevó a cabo en una empresa de inyección de plásticos ubicada en el Municipio de Cuapixtla de Madero, Puebla.

Difícilmente se puede detectar una potencial enfermedad en el trabajo, porque se requieren de algunos instrumentos de medición o capacitación especializada por parte de los ingenieros que trabajan en la empresa, el área de seguridad industrial es más observable que la higiene industrial. Además, no es de gran relevancia para los empresarios el área de la salud de los trabajadores y en especial la ergonomía. La empresa se enfoca en la productividad, calidad, mercadeo, ventas, etc. y poco caso se les hace a las necesidades apremiantes de los trabajadores, que es cuidar la salud de los mismos.

Por otro lado, los empleados (en este caso trabajadoras) rara vez se quejan de las malas postura en sus estaciones de trabajo, sienten algún malestar, pero es ocasiones no se enteran que la causa de su enfermedad es derivada de su trabajo, es por ello la necesidad de apoyarlas en este aspecto y es responsabilidad de los dueños de empresas que su gente realice actividades acordes a las posturas naturales del ser humano.

También que se dé cumplimiento al inciso C, del punto número 8 en donde nos dice “La intensidad, distancia, **repetición, frecuencia, duración, posturas** y premura con la que deberán de efectuarse las actividades de carga y traslado manual”, de la Norma oficial mexicana 006 de la Secretaría del trabajo y previsión social del año 2014, sobre Manejo y almacenamiento de materiales-condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

### Metodología a desarrollar

En la secuencia de trabajo para realizar el proyecto fue la siguiente:

- Determinar la operación y los trabajadores a ser evaluados con los distintos métodos.
- Observar a el trabajador durante un periodo.
- Observar a otros trabajadores durante los tres turnos.
- Tomar video y fotos durante el proceso de evaluación sin interrumpir la tarea.
- Tomar los datos necesarios y agregarlos a las hojas de cálculo de los métodos correspondientes.
- Determinar las posturas críticas en función a la categoría de riesgo y su frecuencia.

El área de estudio ergonómico se ubicó en la inyección de plásticos, en donde se observa en las imágenes las posturas de los trabajadores cuando están sacando las cajas de plástico que caen en la parte inferior de la inyectora y se visualiza una postura de 90° de inclinación por parte de los operarios.

Toma de las cajas que salen de la inyectora



Figura 1 Toma de caja      Figura 2 Toma de caja



Figura 3 Toma de caja (tres turnos misma actividad)

Liar tríos

Formar estibas de cajas en tres



Figura 4 Sobre mesa formar estibas

Posteriormente hacer las estibas de 5 tríos y trasladar las estibas al pallet.



Figura 5 Trasladar a pallet

El estudio ergonómico se llevó acabo con los siguientes métodos de evaluación:

1.- Método FANGER. Mediante el siguiente método se evaluó la sensación térmica media de un entorno y el porcentaje de personas que se sentirán incófortables en un ambiente determinado, en este caso en sus puestos de trabajo. Las mediciones nos dieron como resultado lo presentado en el siguiente gráfico.

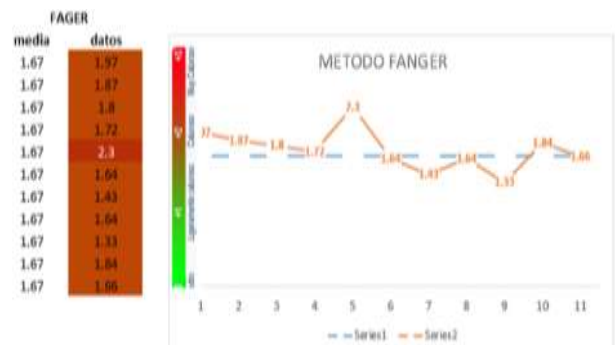


Gráfico 3 Resultado de evaluación Método FANGER

Se le colocó un medidor digital de temperatura a los empleados del área de inyección y se realizaron los muestreos de una semana laboral en el mes de noviembre del 2017 y como se observa en el gráfico hubo algunos puntos fuera de la media donde la sensación térmica estuvo por arriba del promedio, aunque el área de trabajo esta directamente con las cajas calientes, la temperatura es un poco elevada. En esta evaluación, de inmediato se colocaron ventiladores para disipar un poco el calor de la base de la inyectora de plásticos, cuidando también que no afecte al proceso.

2.- Check List OCRA. Este método nos permitió valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo. El método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo. Se determinó el nivel de riesgo como nivel medio no aceptable, por lo que las operaciones que son realizadas están poniendo en riesgo al personal de trabajo.

Checklist OCRA Ficha: Resultados

---

Empresa: **Plastimega** Fecha: **26/11/2017**

Sección: **x** Puesto: **operario**

Descripción: El tiempo de inyeccion de plastico es determinada por la maquina.

**Factores de riesgo por trabajo repetitivo**

	Dch.	Izd.
Tiempo de recuperación insuficiente:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Frecuencia de movimientos:	<input type="text" value="2.5"/>	<input type="text" value="2.5"/>
Aplicación de fuerza:	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="8"/>
Hombro:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Codo:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Muñeca:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Mano-dedos:	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>
Estereotipo:	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="1.5"/>
Posturas forzadas:	<input type="text" value="5.5"/>	<input type="text" value="5.5"/>
Factores de riesgo complementarios:	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>
Factor Duración:	<input type="text" value="0.95"/>	<input type="text" value="0.95"/>

**Índice de riesgo y valoración**

	Dch.	Izd.
<b>Índice de riesgo:</b>	<input type="text" value="19.95"/>	<input type="text" value="19.95"/>

No aceptable. Nivel medio No aceptable. Nivel medio

Escala de valoración del riesgo:

Checklist	Color	Nivel de riesgo
HASTA 7,5	Verde	Aceptable
7,6 - 11	Amarillo	Muy leve o incierto
11,1 - 14	Rojo suave	No aceptable. Nivel leve
14,1 - 22,5	Rojo fuerte	No aceptable. Nivel medio
≥ 22,5	Morado	No aceptable. Nivel alto

Tabla 1 Evaluación OCRA-CHECKLIST



Gráfico 4 Resultado de evaluación Método OCRA-CHECKLIST

3.- Evaluación de Postura Rápida EPR. Este método nos permitió medir la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga. Se obtuvo en promedio 7.5 por arriba de la media lo cual nos indicó que hay posturas que generan fuertes molestias y generan fatiga, lo cual es un punto en el que se debe de trabajar para evitar la aparición de enfermedades laborales en los operarios.



Gráfico 5 Resultado de evaluación Método de Postura rápida EPR.

4.- Método RULA Y REBA. Mediante los siguientes métodos se evaluaron las posturas que si se adoptan de forma inadecuada, continua o repetida en el trabajo pueden causar enfermedades musculoesqueléticas. Se concluyó que el riesgo es alto en algunas posturas adoptadas por los operarios, por lo que se decidió llevar a cabo un taller como acción correctiva y preventiva para esta situación.





Gráfico 6 Resultado de evaluación Método REBA

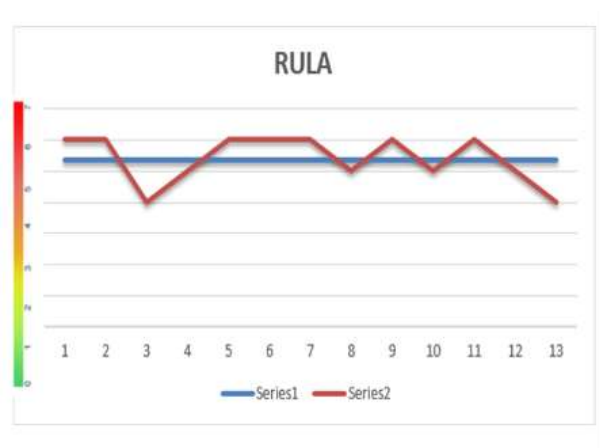


Gráfico 7 Resultado de evaluación Método RULA

## Resultados

Se expusieron los resultados de proyecto en la empresa en donde se platicó con el Gerente General de la Planta y algunos ingenieros, para que en colaboración se llegue a una solución más adecuada.



Figura 6 Exposición de estudio a la empresa



Figura 7 Reunión con Gerente e Ingenieros

Dentro de las observaciones y conclusiones de esas reuniones se acordó lo siguiente:

- Crear un nuevo método de trabajo para evitar las posturas incómodas.
- Capacitar al personal sobre esta nueva instrucción de trabajo.
- Taller a empleadas sobre ergonomía laboral y pausas activas empleadas.
- Creación de un dispositivo de apoyo al trabajador (esto es por parte de la empresa).

## Nuevo método de trabajo

1. Tomar y sacar caja.
  - Inicio: Llegar a la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Tomar la caja con la mano izquierda o derecha según la comodidad del operario; “La posición correcta será de pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas”. Apoyarse del gancho si te es más cómodo.
  - Fin: Poner la caja en el piso de forma vertical y soltar caja.
2. Aplastar ombligo de caja.
  - Inicio: Estar en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Tomar la caja con la mano izquierda o derecha según la comodidad del operario; aplastar ombligo con la herramienta adecuada.
  - Fin: Poner la caja en el piso de forma vertical y soltar caja.
3. Quitar rebaba.
  - Inicio: Estar en la parte frontal de la inyectora.

- Comprende: Tomar la caja con la mano izquierda o derecha según la comodidad del operario; apoyar caja en banco, y comenzar a cortar rebaba.
  - Fin: Poner la caja en el piso de forma vertical y soltar caja.
4. Liar tríos.
- Inicio: Estar en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Estar de pie, tomar cajas y liar en tríos.
  - Fin: Dejar los tríos liados en el piso.
5. Liar estibas de 5 tríos.
- Inicio: Estar de pie en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Tomar tríos liados y hacer estibas de 5 tríos.
  - Fin: Dejar las estibas de 5 tríos liados en el piso o banco.
6. Trasladar estibas al pallet.
- Inicio: Estar de pie en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Cargar estibas de 5 tríos, caminar hasta el pallet y colocarlas sobre el pallet.
  - Fin: Soltar estibas de 5 tríos en el pallet y regresar a la parte frontal de la inyectora.
7. Verificar la cantidad de materia prima.
- Inicio: Estar de pie en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Caminar a la parte lateral de la inyectora, y verificar la cantidad de MP que hay en el contenedor (rag o costal)
  - Fin: Regresar a la parte frontal de la inyectora.
8. Limpiar el área de trabajo.
- Inicio: Estar en la parte frontal de la inyectora.
  - Comprende: Limpiar el área de trabajo de acuerdo a las 5'S
  - Fin: Soltar los instrumentos de limpieza.

### Taller para empleadas sobre ergonomía laboral y pausas activas empleadas

Se expuso ante las trabajadoras la propuesta de los nuevos métodos de trabajo y la forma de hacer algunas pausas activas que consistieron en realizar movimientos no rutinarios para sus estructura musculo-esquelético tenga un movimiento general, no pasiva.



Figura 8 Exposición de Taller a empleadas

### Conclusiones

Los tiempos de la industria comparado con los tiempos de la estancia en la universidad, tienen una diferencia muy grande, porque los proyectos que realizamos en la institución se prolongan un poco más y la industria requiere resultados inmediatos. Afortunadamente en este trabajo se cumplió en tiempo y forma el apoyo que solicitó la gerencia y se le dio cumplimiento a sus tiempos y necesidades.

La evaluación del estudio ergonómico provocó cambios en la empresa, en la parte gerencial, ingenieros y operarias sobre las nuevas formas de realizar las y la necesidad de accesorios de apoyo para que las áreas de trabajo sean un lugar seguro y disminuyan las enfermedades de la columna en operarias.

### Referencias

Batalla, C., Bautista, J., Alfaro, R.(2015). Ergonomía y evaluación del riesgo ergonómico.

Colombini, D, Occhipinti E: Preventing upper limb work related musculoskeletal disorders (UL-WMSDs): new approaches in job (re)design and current trends in standardization. Applied Ergonomics 2006; 37: 441-450

David J. Osborne . (2010). Ergonomía en acción. México, D.F.: Trillas.

Javier Arellano Díaz, Rafael Rodríguez Cabrera. (2013). Salud en el trabajo y seguridad industrial. México: Alfaomega.

Maury Javier Rueda Ortíz y Mónica Zambrano Vélez. (2013). Manual de ergonomía y seguridad. México, D.F.: Alfaomega.

Sierra, L.C., Arellano, M. A., Becerra, J.M., Troncoso, J.E., Vega. G. (2017). Análisis de riesgo ergonómico en una empresa automotriz en México. European Scientific Journal July 2017 edition Vol.13 (12).

Villar, M. (28 de Agosto de 2015). Posturas de Trabajo: Evaluación del Riesgo. Obtenido de INSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## Eficiencia en paneles solares

### Efficiency in solar panels

TORRES-PACHECO, S.†, JURADO-PÉREZ, F.\*, GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Carretera Irapuato - Silao Km. 12.5, C.P. 36821 Irapuato, Gto.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: S, Torres Pacheco

ID 1<sup>er</sup> Coautor: F, Jurado Pérez

ID 2<sup>do</sup> Coautor: D, Granados Lieberman

ID 3<sup>er</sup> Coautor: A, Lozano Luna

Recibido 12 de Enero, 2018; Aceptado 05 de Marzo, 2018

---

#### Resumen

La energía solar, además de ser el recurso más abundante en el planeta, es una de las muchas alternativas viables conocidas para suministrar calefacción, agua caliente y electricidad de forma natural, ilimitada y limpia, ya que no contamina, no emite humo. El CO<sub>2</sub>, tampoco emite gases con efecto negativo.

#### Abstract

Solar energy as well as being the most abundant resource on the planet is one of the many viable alternatives known to supply heating, hot water and electricity production in a natural, unlimited and clean way, since it does not pollute, does not emit smoke, CO<sub>2</sub>, nor does it emit gases with negative effect.

---

**Citación:** TORRES-PACHECO, S., JURADO-PÉREZ, F., GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A. Eficiencia en paneles solares. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-2: 9-21

---



---

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: fejurado@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La energía solar además de ser el recurso más abundante del planeta es una de las tantas alternativas viables que se conocen para suministrar calefacción, agua caliente y producción de energía eléctrica de forma natural, ilimitada y limpia, ya que no contamina, no emite humo, CO<sub>2</sub>, así como tampoco emite gases con efecto negativo. Partiendo de estas modalidades de aprovechamiento mencionadas, se tiene:

1. La arquitectura pasiva del sol: Se optimiza al máximo la luz natural, mediante la estructura, materiales mediante su captura almacenamiento, para posterior distribuirla de tal modo aprovechando su eficiencia.

2. Los sistemas solares proactivos: se desempeñan viablemente mediante ventiladores, bombas para la transportación de calor de un lugar a otro donde se requiera.

La celda solar o panel solar, produce energía eléctrica por medio de células fotovoltaicas las cuales son capaces de producir dicha energía eléctrica por un efecto llamado “efecto fotovoltaico, EF”.

## Antecedentes históricos

El científico francés Alexander Edmon Becquerel, en el año de 1839, descubrió el “EF”. Efecto que es el principal factor para que la conversión de luz o radiación solar sea convertida en electricidad.

Dicho descubrimiento lo realizó cuando se encontraba experimentando con una pila electrolítica y se percató que, al exponer la pila al sol, ésta generaba electricidad, descubriendo así tal efecto de generación. Años más tarde en 1885, un profesor W. Grylls Adams, descubrió el “efecto fotoeléctrico” referente al flujo de corriente eléctrica, esto mientras hacía experimentos con selenio, elemento semiconductor, este descubrimiento tiene más relevancia que el de Alexander E. Becquerel.

Así partiendo de los descubrimientos de ambos científicos, es como se sentaron las bases para lo hoy en día es la producción de energía solar mediante celdas solares.

Aunado a ello en 1946, el inventor estadounidense Russel Ohl, creó y patentó las primeras celdas fotovoltaicas de silicio siendo este un material semiconductor. Años más tarde Gerald Pearson logro mejorar la eficiencia del panel creado por Russel Ohl. En aquel entonces los primeros paneles fotovoltaicos fueron utilizados para satélites espaciales en 1954. 1970 se les dio a los paneles su primer uso para el público en general;

## Celda solar

Las celdas solares (CS) o fotovoltaicos (FV) son convertidores de energía en forma de radiación electromagnética en energía eléctrica. Una vez que esta radiación hace contacto con el material semiconductor, éste la transforma en energía eléctrica en forma de corriente continua para poder ser utilizada de inmediato y a su puede ser almacenada en un banco de baterías a través de un control de cargas.

Es interesante mencionar que las FV son capaces de admitir tanto radiación directa como difusa. Las CS en general son dispositivos a los cuales se les da un uso típico como calentar agua, generar calefacción o energía eléctrica, debido al aprovechamiento de la energía luminosa que el sol brinda a la Tierra.

En el área de la producción de energía eléctrica, se utilizan las CS cada una de ellas es capaz de generar de 2 a 4 Amperios, con un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios, las cuales son fabricadas de silicio cristalino o arseniuro de galio y su funcionamiento está basado en el EF.

Los FVs son cada vez más necesarios debido a las necesidades por generar energía eléctrica, algunas aplicaciones se mencionan a continuación.

- Estaciones repetidoras de microondas
- Para electrificación de áreas remotas, médicas rurales Aplicaciones en navegación marítima
- Sistemas de bombeo, riego, agua potable en zonas rurales.
- Balizamiento para control y señales en aeronáutica
- Sistemas de protección catódica
- Sistemas de desalinización



En las aplicaciones de los CS como se mencionó en las aplicaciones previas su aplicación puede ser CS autónomos y CS conectados a la red.

### Celdas solares autónomas

Los Celdas solares fotovoltaicos autónomos (CSFA) no están conectados con la red eléctrica, estos tienen la cualidad de abastecer por sí mismos cualquier equipo eléctrico adaptado a estos. Los CSFA son comúnmente utilizados en zonas marginadas de energía con difícil acceso.

Así como también es posible en los CSA, almacenar la energía generada en acumuladores (Bancos de capacitores) para una posterior aplicación

### Celdas solares conectados a la red

Estos paneles solares, son los que la energía producida no es consumida de manera autónoma, si no que las celdas están conectados a la red de energía así asegurando que en todo momento se tenga energía disponible para su inmediato uso.

### Funcionamiento de una celda fotovoltaico

La manera correcta de función de una celda solar es relativamente simple, por medio del EF. Un punto importante que se puede resaltar es que para que el EF se haga presente se necesita un material semiconductor.

### Efecto fotovoltaico

El EF es el principio mediante el cual realizan su trabajo las celdas fotovoltaicas. Por definición es el proceso en el cual al incidir la radiación electromagnética proveniente del sol a un material semiconductor, en dos diferentes puntos de este material se genera una diferencia de potencial y así generando el voltaje.

Sin embargo, para la existencia del EF es necesaria la presencia del Efecto fotoeléctrico, pero no recíprocamente EF. A sabiendas del efecto fotoeléctrico se refiere a la liberación de electrones de un material a al incidir sobre el radiación electromagnética

Como es sabido, para la obtención de un voltaje en un semiconductor debe existir una diferencia de potencial.

Para lograr esto es necesario el uso de un semiconductor extrínseco tipo P (zona de electrones con carga positiva, la parte inferior del semiconductor donde los rayos solares no lo tocan) y de un semiconductor extrínseco tipo N (zona de electrones con carga negativo, la parte superior del semiconductor expuesta al sol) unidos y crear un conjunto PN.

Al unir los semiconductores y al exponerlos a la radiación electromagnética que inciden por la zona N, la energía proveniente de los fotones se le es transmitida a los electrones liberándolos, creando así el efecto fotoeléctrico, además esto hará que la carga negativa aumente en la zona N, así como la diferencia de potencial entre la zona N y P, esto quiere decir que cuanto más energía solar o radiación electromagnética se tenga, más diferencia de potencial habrá.

Teniendo la liberación de electrones y la diferencia de potencial, uniendo los dos semiconductores tipo P y tipo N por medio de un conductor sin resistencia, los electrones que son liberados y circularán de la zona N a la P, a esta circulación de electrones se le conoce como corriente de cortocircuito. Colocando una carga o resistencia entre la zona P y N, tal como se muestra en la Figura 1, es como se aprovecha la energía solar.

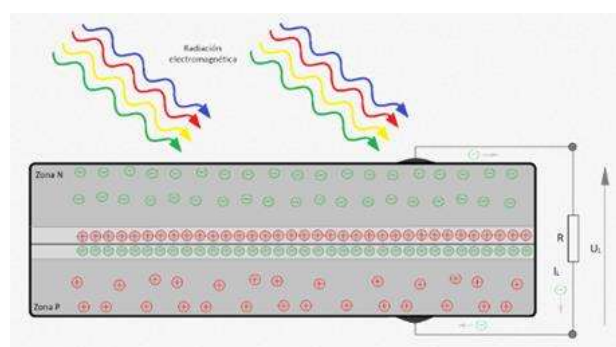


Figura 1 Diagrama de interpretación del panel fotovoltaico

### Eficiencia de los paneles solares

La eficiencia de los paneles solares está mayormente basada en la capacidad de conversión de energía luminosa a energía eléctrica, pero ésta puede ser determinada gracias a una teoría desarrollada por Shockley y Queisser, llamada "teoría de balance"; la cual, dice que la corriente producida por una celda fotovoltaica es determinada por la diferencia del número de fotones que son absorbidos entre el número de fotones que son emitidos por el panel.

TORRES-PACHECO, S., JURADO-PÉREZ, F., GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A. Eficiencia en paneles solares. Revista del Diseño Innovativo. 2018

Gracias a la teoría de balances se puede determinar cuál es la eficiencia máxima posible que se puede esperar para una celda fotovoltaica de silicio, ya sea silicio monocristalino (mono-Si) o silicio policristalino (poli-Si). Dicha eficiencia es de 30 a 31%, esto cuando es una radiación solar de AM 1.5.

Además de los dos tipos de células mencionadas, en los subtemas procedentes se muestran los diversos tipos de células que existen.

### **Células (mono-Si y poli-Si) “lámina sólida”**

Hoy en día a los paneles solares se les busca que sea lo más eficientes y baratos posibles, sobre todo a los paneles de silicio (mono-Si o poli-Si) ya que tiene un alto grado de ventas en el mercado.

Es por eso que cada vez se está acercando la eficiencia del panel de silicio al añorado 30-31%. La eficiencia que se tiene hasta el día de hoy en los paneles de silicio es del 24% a una radiación solar de AM 1.5. Además, estas células pueden proporcionar aproximadamente 0.5 V y con una corriente de 35 mA/cm<sup>2</sup>.

Cabe mencionar que la diferencia en términos de rendimiento (eficiencia y costos) entre un panel de silicio monocristalino y policristalino es muy pequeña, lo que varían por lo regular es la disponibilidad y la alta demanda o reputación del fabricante.

### **Células de lámina fina o capa fina**

Existe una tecnología en paneles fotovoltaicos muy distinta a los paneles de silicio, esta tecnología hace referencia a los paneles solares de lámina fina (paneles solares de segunda generación, células de capa delgada o thin film solar cells), estos paneles son: CdTe (Teluro de Cadmio), a-Si (Silicio amorfo) la forma no cristalina del silicio y CIGS (CU(InGa)Se<sub>2</sub>), tienen la excelente ventaja de que no necesita de mucho material para lograr su fabricación, además tienen una muy buena absorción de radiación electromagnética.

### **Células CdTe**

Este tipo de células ha tenido en los últimos años un alto nivel de competencia en términos de costo, una buena eficiencia y procesos de fabricación. Los últimos modelos y los paneles de lámina fina CdTe más comerciales pueden alcanzar hasta en 12.6% de eficiencia de conversión.

### **Células CIGS**

Como se mencionó anteriormente, en la categoría de paneles de lámina fina también entra este tipo de células; las CIGS. En lo particular, este tipo de células ha sido la que más avances ha tenido en los últimos años en comparación a los otros tipos de células de láminas finas, su avance ha sido tan grande que su eficiencia de conversión es la más cercana a la de poli-Si que cualquier otro tipo de célula con una eficiencia de conversión en el laboratorio del 19.8% casi a finales del 2014.

### **Células multiunion**

La célula multiunión es denominada la célula más eficiente jamás creada, con una eficiencia de conversión de 40,7% bajo luz concentrada. Este tipo de células hoy en día son utilizadas como plantas generadoras conectadas a la red, las células multiunion anteriormente se utilizaban en el espacio por las diferentes compañías de satélites, estas células están hechas por la unión de varios materiales de células construidas monolíticamente.

### **Eficiencia de las diferentes células fotovoltaicas a través de los años**

A continuación, se muestra de manera resumida las eficiencias de los diferentes tipos de células fotovoltaicas hasta el año 2015. Como es sabido, existen dos diferentes áreas para los paneles solares; las células de laboratorio y células de uso comercial.

Las células de laboratorio son aquellas que aún están en proceso de experimentación ya sea para realizar mejoras o hacer correcciones en problemas que se puedan presentar en las células a futuro, también cabe mencionar que las células de laboratorio cuentan con una eficiencia de conversión muy alta en comparación a las células comerciales.

Esto se debe a la pureza de los elementos utilizados para la construcción de las células en los laboratorios.

A diferencia de las células de laboratorio, las células comerciales son aquellas que se encuentran en el mercado.

La eficiencia de conversión de células hechas en laboratorio son las siguientes:

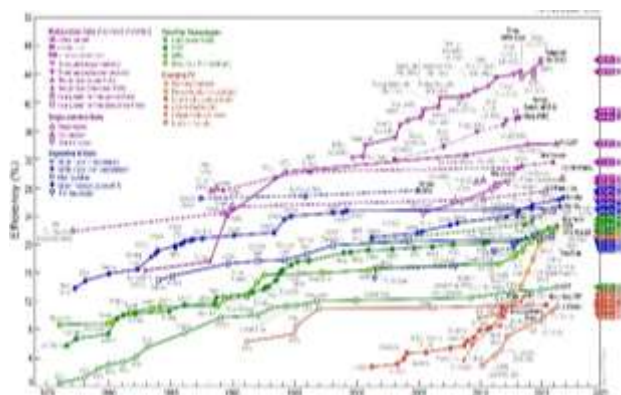
- 24% para células mono-Si
- 20.4% para células de Si cristalinas
- 19.8% para células CIGS
- 19.6% para células CdTe

La eficiencia de conversión de células en los últimos 10 años de uso comercial es:

- 12- 16% para células de silicio
- 9-13% para células CdTe

A continuación en la Figura 2 (fuente **National Renewable Energy Laboratory, NRE**), se muestra la evolución de la eficiencia de conversión energía de las células fotovoltaicas en los últimos 43 años. En dicha figura se muestra una gráfica que demuestra la capacidad de los diferentes laboratorios que se encuentran en una competencia para lograr la mejor eficiencia, pues en algunos laboratorios, se han logrado eficiencias de conversión de hasta el 45%.

**Nota:** Todas estas células con altas eficiencias son producidas en laboratorios y falta aún tiempo para que estas células sean comerciales.



**Figura 2** Evolución de la eficiencia de células fotovoltaicas

En la Figura 2, se pueden observar todos los tipos de células que existen o han existido.

A medida que la tecnología avanza, la eficiencia también lo hará y como se mencionó anteriormente un logro que se recalca mucho entre los diversos laboratorios, es la eficiencia del 45% de las células fotovoltaicas multiunion en este 2018.

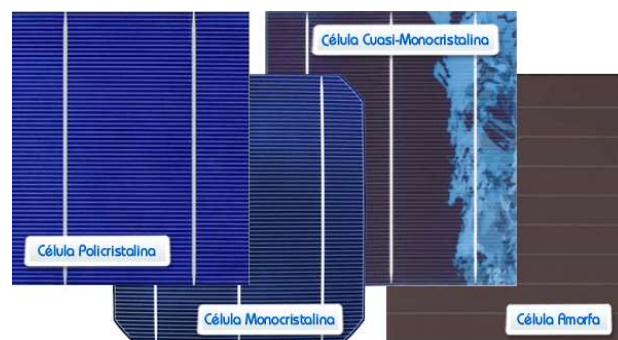
El panel solar que le sigue a el panel multiunion en cuanto la eficiencia, son las células de silicio. Gracias a su buena eficiencia y costos aceptables, los laboratorios apuestan mucho para este tipo de células, las cuales cuentan con una eficiencia de conversión teórica máxima del 33.7%. Pero para que esto se logre aún falta algunos años.

### Paneles solares con más fama que existen

Existen numeroso tipo diferente de paneles solares, pero los tres tipos más comunes, los culés ya he mencionado anteriormente, son:

- Paneles solares monocristalinos,
- Paneles solares policristalinos
- Paneles solares de lámina fina.

En la Figura 3, se muestra gráficamente una muestra de los tipos de paneles antes mencionados así como también el panel de cedula cuasi-mono cristalina.



**Figura 3** Muestra de paneles según tipo de estructura

### Cálculo de eficiencia en paneles fotovoltaicos

Como es de esperar, la eficiencia juega un papel muy importante para poder seleccionar un panel fotovoltaico, para dejar en claro los tres factores que rigen o que afecta para que un panel produzca energía son: el tamaño, la eficiencia como ya se mencionó y la cantidad de radiación electromagnética que incide sobre él.

La eficiencia de un panel solar se define por la cantidad de potencia que se obtiene del mismo, en otras palabras, cuanta cantidad de energía solar que incide sobre el panel es convertida en energía eléctrica. Por ejemplo; si un panel solar recibe el 100% de luz solar y cuenta con una eficiencia de 20%, ese porcentaje es la cantidad de energía eléctrica producida y el restante, es decir el 80%, simplemente no se convierte en energía, sino que se adhiere al sistema, debido a la ley de la conservación de la energía, la cual se muestra en la Ecuación 1, más claramente se puede decir que el 80% se refiere a Q.

$$\Delta U = Q + W$$

(1)

Dónde:

$\Delta U$  = Cambio de energía interna

$Q$  = Calor adherido al sistema

$W$  = Calor que procesa el sistema

La cantidad de calor que es procesada o aprovechada por las celdas solares es expresada en  $W/m^2$ .

### Dependencia de la eficiencia del panel fotovoltaico

- El tamaño del panel y temperatura del ambiente: El tamaño de panel se refiere al área despejada que debe tener para que nada interceda los rayos solares y el panel, la temperatura en condiciones normales de un panel fotovoltaico es de 25°C. Si la temperatura es más alta puede causar daños.

- La calidad de las células: Algunas células no tienen la capacidad de recibir la luz solar adecuadamente, esto debido a una mala fabricación.

- Área despejada en la superficie del panel: El área debe de estar despejada para que el aprovechamiento del panel sea el esperado, además, que si no le llega la luz solar en toda la superficie del panel puede causar fallas en el panel.

- Irradiancia: La cantidad de radiación solar que es impactada en la superficie del panel, la irradiancia se mide en  $(kWh/m^2)$ .

- Tensión del panel en el punto máximo de potencia ( $V_{mp}$ ): Punto de intersección con la máxima intensidad de corriente ( $I_{mp}$ ), el valor siempre es menor a  $V_{oc}$ .

- Corriente del panel en el punto máximo de potencia ( $I_{mp}$ ): Punto de intersección con la máxima tensión de voltaje ( $V_{mp}$ ), donde su valor siempre será menor que  $I_{sc}$ .

- Máxima tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ): Es el momento donde la resistencia es infinitamente alta y no hay corriente debido a que el circuito está incompleto, además la célula no está conectada a ninguna carga.

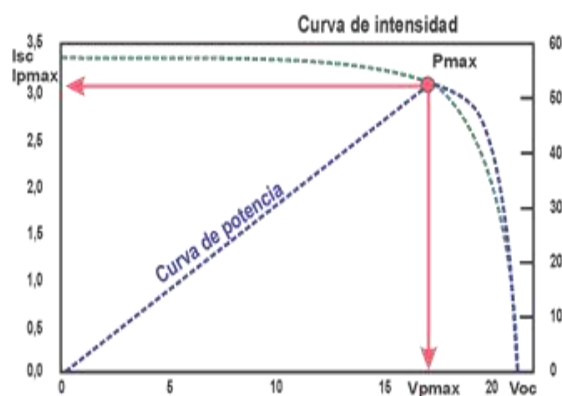
- Máxima corriente en corto circuito ( $I_{sc}$ ): Es el punto donde la célula produce la corriente máxima ya que no hay resistencia en el circuito.

Estos puntos anteriores, juegan un papel importante además de la dependencia de eficiencia del panel, sobre todo los últimos cuatro variables que sirven para determinar la eficiencia por medio de cálculos, como se muestra más adelante.

A continuación, se muestra en la Figura 4, la curva de I-V, la cual representa la salida de energía de una célula fotovoltaica. Esta es una manera gráfica de ver la eficiencia en sus condiciones normales, al decir condiciones normales, se refiere a lo siguiente:

- Irradiancia de 1,000 Watts por metro cuadrado
- Temperatura de la célula fotovoltaica de 25°C
- Rayos incidiendo perpendicularmente a los paneles
- Espectro de luz solar a una mesa de aire (MA) igual a 1.5

Es importante saber que no todos los equipos están en esas condiciones.



**Figura 4** Curva de intensidad de corriente y tensión eléctrica

En la curva se pueden observar los valores máximos de operación y los resultados en circuito cerrado, los parámetros que se presentan en la curva son ( $I_{mp}$ ), ( $V_{mp}$ ), ( $V_{oc}$ ), ( $I_{sc}$ ), (MPP) máxima potencia de energía del sistema fotovoltaico, que se refiere a el punto donde se encuentran ( $V_{mp}$ ) con ( $I_{mp}$ ) y al multiplicarse resulta (MPP).

### Factor forma (FF)

El factor de forma es un dato para poder determinar la eficiencia del panel. Se refiere a “la relación entre la potencia máxima teórica y a la potencia real, medido en el momento solar”, enseguida se muestra la Ecuación 2, para determinar el factor de forma.

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2)$$

Los expertos en el tema han determinado este dato de manera “constante” y siempre menor a la unidad, esto para dos clases de células cristalinas y amorfas.

A continuación, se muestran los rangos de valores.

- 0.70 a 0.85 esto para celular cristalinas
- 0.50 a 0.70 para células amorfas

### Eficiencia del panel

La Ecuación 3, que se presenta a continuación sirve para determinar la eficiencia.

$$\eta = \frac{FF \times V_{oc} \times I_{sc}}{G \times Area} \quad (3)$$

La variable “G” se refiere a la irradiancia que recibe la célula, la cual tiene un valor de  $1,000 \text{ W/m}^2$ , técnicamente la irradiancia que el sol emite a la tierra es de  $1,350 \text{ W/m}^2$ , pero ésta es disminuida al pasar a través de la atmósfera a la superficie terrestre y el “Área” se refiere a las dimensiones de la superficie de la célula fotovoltaica en  $\text{m}^2$ .

En forma resumida, la potencia máxima o potencia solar pico está directamente relacionado con la eficacia de las células y para calcular la eficiencia se necesitan los siguientes parámetros:

- Factor de forma (FF)
- Tensión en circuito abierto
- Intensidad de cortocircuito

### Factores para determinar si un panel fotovoltaico es eficiente

Como sea mencionado, la medición de la cantidad de luz solar que un sistema de panel solar es capaz de convertir en energía eléctrica; es un parámetro llamado eficiencia. La eficiencia siempre se mide en porcentajes, el sol produce un 100% de energía, pero usualmente los paneles solares solo son capaces de procesar de un 15-22% del total de la que ofrece el sol en energía usable.

De igual manera, la prueba en condiciones estándar o (STC) por sus siglas en inglés, dentro de la prueba estándar se dice que a una temperatura de  $25^\circ\text{C}$  y una irradiancia de  $1,000 \text{ W/m}^2$ , esto es equivalente a un día soleado con una luz incidente calurosa. Bajo las condiciones del STC, la eficiencia promedio del panel solar es de 15% el  $\text{m}^2$ , el área superficial produce 150 Watts.

Aparte de las pruebas estándar de los paneles solares, existe otra prueba más extensa, la cual se hace bajo condiciones extremas. Las pruebas bajo condiciones extremas se realizan para poder dar una mayor seguridad al cliente de que el panel resistirá bajo cualquier circunstancia. Estas pruebas previenen una baja calidad de los paneles que están siendo vendidos en el mercado, además de que las empresas que manufacturan los paneles deben probar que las células solares tienen una larga durabilidad térmica y una larga eficiencia térmica.

En algunos casos, las pruebas ya están automatizadas, por lo que las pruebas se realizan de manera rápida. Las pruebas bajo condiciones extremas que se realizan son las siguientes.

### **Prueba contra el viento**

Según las predicciones, una de las principales causas que provocan daños a las celdas solares es el viento. Es por eso que, durante la manufacturación del panel, se realizan pruebas extensivas dentro de un túnel de viento para así lograr decrecer el daño a los paneles.

### **Pruebas contra granizo**

Las pruebas contra granizo consisten en dejar caer sobre el panel, granizo artificial a una velocidad de 20 a 30 m/s. Por esto las celdas solares permanecen sin daños a la caída de granizo a esas velocidades

### **Prueba contra la nieve**

Una capa de nieve puede ser demasiado pesada para los paneles solares. De tal forma que los paneles solares dejan de trabajar cuando se acumula más de 5cm de nieve en el panel solar y por ende la eficiencia del panel se reduce al 100%.

### **Prueba contra el hielo**

Capas de hielo pueden crecer en la superficie del panel solar cuando el panel no está recubierto con silicio. Las capas de hielo pueden decrecer potencialmente la eficiencia del panel solar desde un 25 al 100%.

### **Prueba contra residuos químicos**

La eficiencia del panel solar se reduce un 0.2% cuando el panel está cubierto de una capa de residuos químicos que van creciendo.

### **Pruebas contra la degradación debido a los rayos ultravioleta (UV)**

La estructura del panel solar puede ser deslaminado por los rayos UV, otra consecuencia puede ser la decoloración individual de las células solares.

### **Prueba de la resistencia de los aisladores**

La resistencia del aislador está determinada por la dureza del material. En materiales diluidos, la corriente de fuga puede ocurrir en la orilla del panel solar.

### **Prueba del ciclo térmico**

El ciclo térmico puede causar que los componentes del panel fallen. Entre los componentes que fallan están las, interconexiones, soldadura y los módulos de conexión.

### **Factores que afectan la eficiencia de los paneles**

A medida que la tecnología empleada en los paneles avanza exitosamente, se vio la necesidad de realizar investigaciones para poder determinar los factores que afectan al panel solar, también afectan indirectamente a su eficiencia. Los factores son clasificados en propios o externos y en seguida se da más información de estos factores.

#### **Factores propios**

El panel solar cuenta con factores propios, los cuales pueden llegar a afectar su funcionamiento. Dichas fallas pueden ser por la temperatura de funcionamiento del panel y efectos de reflexión y suciedad.

#### **Temperatura de funcionamiento**

Como se sabe, un panel recibe un cierto porcentaje de radiación solar pero solo una parte se convierte en energía y la sobrante se convierte en calor, ese calor es el que causa daños al panel deteriorándolo o incluso hacer que su eficiencia se reduzca, debido a que se produce una saturación de corriente.

#### **Efecto de reflexión y suciedad**

Las pérdidas por reflexión se producen en el vidrio o polímero, debido a la diferencia que existe en los índices de refracción, por esta razón la reflexión provoca una caída en la eficiencia. Las empresas que producen los paneles cuentan con diferentes técnicas para evitar esto; una de las técnicas es aplicar una capa anti reflejante, la otra es colocar una película anti reflexión y superhidrofoba para la suciedad.



## Factores externos

Estos factores se refieren a las diferentes situaciones que se pueden presentar en un panel solar pero por causas externas, aunque por suerte casi todas estas causas se pueden prevenir, (con excepción a los cambios climáticos) ya que por otra parte, el ángulo de inclinación y el sombreado si se pueden prevenir.

## Variaciones en el clima

Estas variaciones hacen referencia a la radiación solar y a la temperatura del ambiente. Cuando se presentan cambios climáticos muy drásticos que afectan al panel haciendo que su generación sea menor o en otras palabras una variación de su punto máximo de potencia, generan una variación en la curva de “corriente-Tensión”.

Existen varias técnicas para asegurarse que panel siempre esté en el punto máximo de potencia, estas técnicas se presentan a continuación.

- Hill climbing (HC).
- Logaritmo de perturbación y observación (P&O).
- Logaritmo de conductancia incremental (INC).
- Redes neuronales.
- Algoritmos genéticos (GA).
- Controladores difusos (FC)

## Ángulo de inclinación

El ángulo de inclinación debe ser óptimo, es decir que el panel esté situado perpendicularmente en la dirección de los rayos solares. Y esto resulta un problema debido ya que la mayoría de los paneles son estáticos. Actualmente para lograr que el sol siempre esté perpendicular al panel, se utilizan paneles solares con seguidores bidireccionales de alta precisión y así poder recaudar la mayor cantidad de radiación solar durante el día.

## Sombras en la superficie del panel.

Los objetos o cuerpos que se interponen entre el panel y la luz solar causan grandes problemas, debido a que se crea una sombra y eso quiere decir que el panel no será capaz de aprovechar al máximo la luz solar.

Las sombras también pueden causar daños graves a los paneles, sobre todo a los componentes del sistema fotovoltaico pero actualmente ya existe una forma para evitar los daños en los paneles provocados por sombras. Para esto se utilizan diodos.

## Mejoramiento de la eficiencia de un panel fotovoltaico

Existen algunos consejos otorgados por las compañías que manufacturan los paneles para que el panel fotovoltaico funcione en óptimas condiciones así como para lograr un buen rendimiento y una buena durabilidad; tales consejos se refieren a la orientación e instalación, al mantenimiento incluyendo limpieza y el prevenir impactos de altas temperaturas.

### Orientación e instalación.

Los paneles solares deben instalarse para recibir tanta luz solar como sea posible durante el día. La posición y el ángulo de donde se colocará el panel, son probablemente los detalles más importantes por considerar cuando se instala una matriz solar. Pero si se desea aprovechar al máximo la luz solar, entonces se debe instalar un panel con seguidores de sol. Esto mejorará considerablemente la eficiencia en los paneles, ya que permiten que la matriz solar cambie automáticamente su posición de tal forma que el panel siempre esté perpendicular con respecto al sol.

### Mantenimiento incluyendo limpieza

Si se acumula mucha suciedad o nieve en los paneles solares, la eficiencia disminuirá y los circuitos estarán expuestos a daños adicionales. Si no se realiza un mantenimiento y una limpieza regulares, puede ocurrir una falla completa del sistema solar.

### Prevenir impactos de altas temperaturas

Durante los meses de verano, los altos niveles de temperatura disminuirán el rendimiento del sistema solar. Si se dejan pocos centímetros de espacio entre los módulos solares y el techo o la tierra, el aire puede moverse libremente y evitar que el calor excesivo afecte la eficiencia de los paneles.

## Paneles solares en el 2018

Existen competencias masivas en el mercado de los paneles solares, entre estos destacan dos gigantes del mercado tales como China e India, además de que son los países más contaminadores del mundo, También son dos de los grandes líderes en el desarrollo del aprovechamiento de la energía solar. Esta gran competitividad dará lugar a precios más bajos para paneles solares y soluciones de almacenamiento más eficientes.

### Eficiencias de los diferentes paneles que existen en el mercado actual

Un punto importante para seleccionar el panel solar fotovoltaico es la eficiencia, pero se debe saber cómo realizar una comparativa entre todas las marcas que existen en el mercado.

Como ya se mencionó anteriormente, el panel solar con más eficiencia producirá más energía eléctrica que otro panel solar producido de otros materiales pero con las mismas dimensiones dará una eficiencia menor.

La competencia que existe en el mercado de los paneles solares se toma como prioridad la eficiencia, ya que muchas personas e industrias consideran a la eficiencia como el criterio más importante y también como punto para determinar la calidad del panel, en pocas palabras, la eficiencia del panel solar se considerará la habilidad del panel solar de convertir energía a un bajo costo y a un alto nivel de generación de energía, debido a que los paneles solares más eficientes tienen un alto costo y por otra parte los que son menos eficientes tienen un menor costo. Dependerá del consumidor si es que desea generar más energía eléctrica, debido a que el aumento de la producción de electricidad significa que debe comprar menos energía de su servicio público y en algunos estados, también puede generar un mayor ingreso de SREC.

### Paneles solares con mejor eficiencia que existen en el mercado de los tipos: Monocristalino, policristalino y de lámina fina, en el 2018

Como se mencionó anteriormente, estos tres tipos de paneles son de los más comerciales y como se verá a continuación, existen varios pros y contras de cada tipo de panel.

## Paneles monocristalinos

Este tipo de paneles se caracteriza en el mercado por ser el más eficiente de todos, esto es debido a que los paneles monocristalinos de silicio, son los paneles solares más viejos que se han desarrollado y además estos paneles han tenido un alto desarrollo tecnológico a lo largo de los años. Este tipo de paneles son manufacturados usando el método **Czochralsky**, creando cada módulo a partir de un solo cristal de silicio puro.

Estos tipos de paneles son utilizados normalmente en comercios o residencias, también son usados en sistemas de paneles solares chicos, por ejemplo, se pueden usar para cargar celulares, cámaras digitales, laptops, etc., A continuación, en la Figura 5, se muestra un panel solar monocristalino.



Figura 5 Panel solar Monocristalino

### Ventajas de los paneles solares monocristalinos

- Este tipo de paneles pueden durar hasta más de 25 años de operación, debido a su alta pureza de silicio, el cual es muy estable e inerte.
- No le afectan mucho las altas temperaturas, a comparación del policristalino y lamina fina, esto también es debido al silicio.
- Tiene una eficiencia del 15 al 22%
- No requiere tanto espacio en su instalación

### Desventajas de los paneles solares monocristalinos

- El costo de estos paneles es muy elevado en comparación a los otros dos tipos de paneles.
- Estos paneles son muy frágiles, por eso no es recomendado utilizar este tipo de paneles en zonas donde abunda la nieve.



### Principales marcas en el mercado, que producen paneles monocristalinos.

#### 1.- SunPower.

Esta marca produce los paneles solares monocristalinos más grandes del mundo, esta empresa produce paneles solares de 22.2% de eficiencia y con una alta durabilidad, los paneles son llamados SunPower 22 360W.

#### LG

La marca de paneles LG, le sigue muy de cerca a la marca SunPower teniendo una eficiencia de 21.1%., el panel NeON R 365W.

#### Panasonic

Esta marca realiza sus paneles de una manera muy peculiar, los paneles son hechos de silicio cristalino y silicio amorfo, teniendo una eficiencia del 19.7%, en su Panasonic N 330W.

### Paneles policristalinos

Este tipo de paneles se caracterizan por tener el mejor precio en el mercado, pero su eficiencia es mala, está hecha de una numerosa cantidad de cristales de silicio unidos entre sí, es por esto que su eficacia es menor a los paneles monocristalinos. Este tipo de paneles pueden ser reconocidos a simple vista por el color azul de sus celdas, tal como se muestra en la Figura 6.

El rango de capacidad de generación de ese tipo de panel es de 5W a 250W e incluso más, debido a que su precio es muy bajo en comparación del monocristalino y el de lámina fina. Este tipo de paneles los adquieren aquellas personas que no desean invertir mucho dinero en paneles solares pero que aun así ellos tengan buenos beneficios de eso, usualmente se usan en residencias y en comercios.



**Figura 6** Panel solar policristalino

### Ventajas de los paneles policristalinos

- Su manufactura es simple, esto los hace más rentables que los paneles policristalinos.
- Debido al gran desarrollo tecnológico que se tiene en este tipo de paneles, su durabilidad es de 25 años. Es muy similar a los paneles monocristalinos.

### Desventajas de los paneles solares policristalinos

- Requiere mucho espacio para producir la misma cantidad de energía eléctrica, que se tendría con solamente un panel solar monocristalino.
- Debido a que estos paneles contienen una menor cantidad de silicio puro, su eficiencia es baja y ronda entre los 13 y 17%.

### Principales marcas en el mercado, que producen paneles policristalinos

#### TrinaSolar

TrinaSolar es una empresa China, la cual se enfoca en la calidad y el funcionamiento de sus paneles, el panel más versátil que tiene esta empresa es el ALLMAX-PD05.08 280W, este panel cuenta con una eficiencia de 17.1%, tiene una gran durabilidad y un mejor balance del sistema de componentes.

#### YingliSolar

Esta empresa se enfoca en la construcción de grandes plantas generadoras de energía eléctrica por medio de sus paneles solares, cuentan con un panel solar cuya eficiencia es de 16%.

### Paneles capa fina

Estos tipos de paneles no están hechos de silicio, de tal forma que su eficiencia no es alta, el uso de este tipo de paneles es muy interesante ya que estos paneles están hechos para situaciones donde no se requiere mucha energía eléctrica pero que sí se requiere mucha flexibilidad y portabilidad.

De tal forma que el plus de este tipo de paneles es que son portables y tienen un peso muy ligero, estos paneles están hechos de materiales de la más última generación.

El peso de estos paneles solares es de 10-oz /m<sup>2</sup> (3.05151727 kg / m<sup>2</sup>), pueden ser instalados en superficies donde no se soporte mucho peso, un panel solar de lámina fina es como el que se muestra en la siguiente Figura 7.



**Figura 7** Panel solar de capa fina

### Ventajas de los paneles de capa fina

- Es mucho más barato que los paneles cristalinos, además de que su proceso de fabricación es muy fácil.
- Su funcionamiento no se ve tan afectado por las altas temperaturas.
- Se pueden usar como cubiertas flotantes de depósitos solares para ayudar a reducir la evaporación del agua y al mismo tiempo, proporcionar energía limpia y renovable para filtrar y mover el agua.

### Desventajas de los paneles de capa fina

- Este tipo de paneles es mucho menos durable que los cristalinos, su degradación es muy rápida.
- La eficiencia de este tipo de paneles es de 7-13%. Estos paneles requieren un gran espacio para poder generar una cantidad de energía eléctrica decente. Es por eso que no es tan rentable para situaciones donde se requiere mucha energía.

### Principales marcas en el mercado, que producen paneles de capa fina

#### 1.- Stion

Esta empresa es la líder en el mercado de los paneles solares de capa fina, sus paneles solares tiene un rendimiento del 50% en rendimiento de sombras, en comparación a los cristalinos.

#### 2.- Solopower

Esta empresa es pionera en la producción de los paneles solares ultra ligeros y más flexibles del mercado, además con un alto rendimiento.

### Referencias

Arencibia G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. Septiembre 9, 2016, de REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>

Solar Energy International (SEI). 2007. Fotovoltaica manual de diseño e instalación. Pérez, B. H. (Trad.). New Society Publishers. Gabriola Island, Canada. 325 p.

Abu-Khader, M. M.; Badran, O. O. and Abdallah, S. 2008. Evaluating multi-axes sun-tracking system at different modes of operation in Jordan. Renewable and sustainable energy reviews. 12: 864-873.

Arreola R., Quevedo A., Castro M., Bravo A. & Reyes D.. (2015). Diseño, construcción y evaluación de un sistema de seguimiento solar para un panel fotovoltaico. nov/dic, 2015, de Revista mexicana de ciencias agrícolas.

Sebastián E. (febrero 5, 2018). Calculo en eficiencia de módulos fotovoltaicos. Marzo 1, 2018, de ES Sitio web: <http://eliseosebastian.com/ejemplos-calculo-eficiencia-de-modulos-fotovoltaicos/>

Sebastián E. (enero 22, 2018). Rendimiento u eficiencia energética de una célula o panel solar. Marzo 1, 2018, de ES Sitio web: <http://eliseosebastian.com/calcular-eficiencia-de-paneles-solares-fotovoltaicos/>

Sebastián E.. (enero 20, 2018). Análisis de la curva I-V en paneles fotovoltaicos. Marzo 1, 2018, de ES Sitio web: <http://eliseosebastian.com/analisis-de-la-curva-iv-en-paneles-fotovoltaicos/>

Delta volt. (2018). Paneles Solares, Tipos y Eficiencias. Enero 7, 2018, de Delta Volt Sitio web: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>

Cepeda, Juan. Sierra, Adriana. (2017). Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Abril 04, 2018, de Universidad Santo Tomás  
Sitio  
web:<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación

### Functional evaluation of refined wheat flour and whole quinoa flour formulations for bakery products

MORALES-GUZMÁN, Victor\*†, MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela

*Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez. Av. Universidad Tecnológica, Col. Tierra Negra, Xicotepec, Puebla*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Victor, Morales-Guzmán*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Eliel, Martínez-Cruz*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Leticia, Ortega-Rangel*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Adela, Ortega-Aparicio*

Recibido 13 de Enero, 2018; Aceptado 22 de Marzo, 2018

#### Resumen

La quinua posee mayor cantidad de proteína que el trigo, esta tiene un mejor balance de aminoácidos esenciales, pero no desarrolla gluten. En este trabajo se evaluó la calidad fisicoquímica, reológica, funcional y sensorial de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina de quinua integral (HIQ). El material experimental fue trigo Urbina S2007, trigo Valles F2015 y Quinoa Okko. De acuerdo al ANOVA simple y la comparación de medias método Tukey se detectó diferencia significativa entre las formulaciones ( $P \leq 0.05$ ). El volumen de sedimentación (VS) de las formulaciones vario de 52.5 a 23 mL, siendo tratamiento de 50% HIQ el mínimo. El tiempo de amasado y la altura del mixograma son menores en las formulaciones de 20 % y 50% de HIQ (TAM=3.5 min y AM=50 mm). La extensibilidad (L) disminuyó y la tenacidad (P) aumento en las formulaciones de 20% HIQ y 50% HIQ respecto al testigo 100% HTR. La relación tenacidad/extensibilidad (PL) varió de 1.0 a 15.0, siendo el valor superior 50% HIQ, lo que se asocia a bajo volumen de pan (VP=395 mL). Las galletas elaboradas con 100 % HTR y 25 % HIQ indicaron Factor Galletero (FG=5) y evaluación sensorial de buena calidad.

**Harina, Calidad reológica, Calidad galletera, Panadera**

#### Abstract

Quinoa has more protein than wheat, it has a better balance of essential amino acids, but does not develop gluten. In this work, the physicochemical, rheological, functional and sensorial quality of refined wheat flour (RWF) and whole quinoa flour (WQF) was evaluated.

The experimental material was UrbinaS2007 wheat, VallesF2015 wheat and Okko Quinoa. According to the simple ANOVA and the comparison of means Tukey method, significant difference between the formulations was detected ( $P \leq 0.05$ ). The volume of sedimentation (VS) of the formulations varied from 52.5 to 23 mL, with treatment of 50% WQF the minimum. Mixing time and mixogram height are lower in formulations of 20% and 50% WQF (MT=3.5 min and MH=50 mm). The extensibility (L) decreased and the tenacity (P) increased in the formulations of 20% WQF and 50% WQF with respect to the control 100% RWF. The tenacity / extensibility (PL) relationship varied from 1.0 to 15.0, with the upper value being 50% WQF, which is associated with low bread volume (BV=395 mL). Cookies made with 100% RWF and 25% HIQ indicated Cookie Factor (CF=5) and sensory evaluation of good quality.

**Flour, Rheological quality, Biscuit, Bakery quality**

**Citación:** MORALES-GUZMÁN, Victor, MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela. Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-2: 22-26

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: victor\_morales79@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

De acuerdo con Enríquez *et al.* (2003) en la población mexicana, algunos de los factores de riesgo asociados con el sobrepeso y la obesidad son el consumo excesivo de harinas refinadas, refrescos y tortillas de maíz acompañadas de alimentos ricos en calorías y grasas, además del sedentarismo. En la población mexicana el trigo representa la segunda fuente de carbohidratos por lo que su consumo como pan y galletas de 38.3 y 5.9 kg per cápita, respectivamente (CANIMOLT, 2006).

Una de las recomendaciones para prevenir la obesidad y sobrepeso es incrementar el consumo de granos enteros de cereales y otros granos altos en fibra, los cuales se han asociado a un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, ciertos tipos de cáncer y salud digestiva (Barquera *et al.*, 2013).

El consumo de alimentos alternativos derivados de harinas integrales contribuye significativamente a una buena nutrición. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de harinas, la calidad reológica de masas, la calidad de panificación (pan de caja y galletas) de diferentes mezclas de harinas de trigo refinada (HTR) con harina integral de quinua (HIQ).

## Desarrollo

En 2017, la producción anual de trigo en México fue de 3,841,776 ton con un rendimiento promedio de 5.47 ton/ha (SIAP-SAGARPA, 2017).

De acuerdo con Salazar *et al.* (2000), el contenido y la calidad de proteína determina el uso industrial de las harinas de trigo; las harinas de trigo suave con alto contenido de proteína (9–11%) se utilizan preferentemente como materia prima para la elaboración de galletas-pan, mientras que las de menor contenido (8–8.5%) se usan en pastelería.

La calidad funcional de la proteína del trigo se determina por la composición de las gluteninas y gliadinas que forman el gluten, las fracciones de gluteninas confieren propiedades elásticas y las gliadinas contribuyen a la extensibilidad y cohesividad (Hoseney, 1991).

La quinua es un pseudocereal que posee los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano; destacan los aminoácidos lisina, arginina e histidina, básicos para el desarrollo humano durante la infancia; lo que lo convierte en un alimento muy completo. La transformación industrial del grano de quinua permite aprovechar sus cualidades nutritivas, mejora la disponibilidad de nutrientes, la facilidad de preparación y la presentación de los productos, potenciando su valor como alimento. A partir del grano se pueden obtener: expandidos, granolas, barras energéticas, harina, leche, hojuelas, germinados, pan, galletas, etc. El grano no contiene gluten, por lo que su utilización en la preparación de alimentos dietéticos es apropiada para personas intolerantes a las proteínas del gluten (Jacobsen *et al.*, 2012).

Con base en lo anterior existe la necesidad de promover productos que favorezcan la salud del consumidor mexicano, por lo que productos a base de harinas integrales del grano de quinua y trigo harinero puede ser una fuente de proteína de excelente calidad nutricional y fibra.

## Metodología Desarrollada

La evaluación de la calidad de mezclas de harina de trigo refinada-harina integral de quinua se llevó a cabo en el Campo Experimental del Valle de México (CEVAMEX- INIFAP) en el Laboratorio de Calidad de Trigo, ubicado en Km 13.5 carretera los Reyes- Texcoco, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. El trigo variedad Urbina S2007 se cultivó bajo condiciones de riego en el campo experimental del Bajío en Roque, Guanajuato durante el Ciclo agrícola Otoño-Invierno 2016-2017. El trigo variedad Valles F2015 y la Quinua Variedad Okko se cultivaron bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera-verano 2016-2107; ambas producidas en el Campo Experimental del Valle de México, en Santa Lucia, Coatlinchan, Texcoco, México.

Las muestras de grano de trigo se les determinó el peso hectolitro por el método (AACC-Método 55- 10), dureza por el método de aperlado (AACC Método 55-20), humedad por método FOSS NIR System (AACC Método 39-10).

Una vez acondicionado el trigo, se pasó a la molienda mediante con el molino Brabender Modelo 880- 200 (AACC Método 26-20).

Los granos de quinua se lavaron y sometieron a molienda para la obtención de harina integral con el Molino Laboratory mil 3100. La malla estándar de tamizado fue de 0.8 mm.

A partir de las harinas previamente cernidas, se dosificaron y homogenizaron las mezclas en base a formulación para evaluar la aptitud de panificación y de galleta.

Las mezclas que se dosificaron son las siguientes combinaciones: 100% Harina de Trigo Refinada (HTR), 10 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 20 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 25 % Harina Integral de Quinua (HIQ), 50 % de Harina Integral de Quinua (HIQ), 75 % de Harina Integral de Quinua (HIQ) y 100 % Harina Integral de Quinua (HIQ).

La repetición del tratamiento peso 500 g. A las mezclas de harina se les determinó humedad por el método de espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el equipo automatizado FOSS NIR System (AACC Método 39-10), sedimentación mediante el método de Zeleni (AACC Método 56-61).

La evaluación reológica de las masas se determinó mediante el uso del alveografo de Chopin de 60 g utilizando el software Alveolink NG (AACC Método 54-30) y el mixografo de 10 g (AACC Método 54-40).

A continuación, se elaboró pan (AACC Método 10-09) y elaboraron las galletas por el (AACC Método 10-50D) determinando el factor galletero.

El diseño experimental fue un ANOVA Simple con los 6 tratamientos de las formulaciones de harina de trigo refinada con harina de integral de quinua y tres repeticiones. Se aplicó prueba de comparación de medias por la prueba de Tukey a  $P \leq 0.05$  utilizando el software SAS Sistem versión 9.1 para el análisis estadístico (SAS, 2002).

## Resultados

### Caracterización de la calidad de mezclas de harina para Pan

En la Tabla 1 se presentan las medias para las variables de humedad, sedimentación y del mixograma.

Mezcla	HH (%)	VS (ml)	TAM (min)	EAM (min)	TSAM (mm)	AM (mm)
100 % HTR	11.6 a	52.5 a	4.2 a	5.1 a	3.5 a	55.0 a
10 % HIQ	11.0 b	40 b	4.0 b	4.4 a	2.0 a	50.0 b
20 % HIQ	11.1 ba	39.5 b	3.5 c	5.0 a	2.0 a	50.0 b
50 % HIQ	10.5 c	23.5 c	ND	ND	ND	ND

HH = humedad en la harina (%); VS = volumen de sedimentación (ml); TAM = tiempo de amasado (min); EAM = estabilidad del amasado(EAM); TSAM = tolerancia al sobreamasado (mm); AM = altura del mixograma (mm), ND= No determinado. Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 1.** Comparación de medias de variables de amasado y volumen de sedimentación de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina integral de quinua (HIQ).

El mayor volumen de sedimentación (VS) fue para la HTR al 100% con 52.5 mL; mientras que la mezcla con 50 % de HIQ fue la de menor valor con 10.5 mL. Para el caso del tiempo de amasado (TAM), la HTR presentó el mayor TA con 4.5 min y la mezcla 20 % de HIQ el menor TAM= 3.5 min. Para el caso de estabilidad (EAM) y tolerancia al sobreamasado (TSA) no se presentaron diferencias estadísticas entre mezclas.

Para altura del mixograma (AM), el valor más alto fue para la HTR con AM=55 mm y los valores menores fueron para las mezclas de 10 % y 20 % de HIQ (AM= 50 mm). Es importante indicar que los mixogramas con el 50 % de HIQ en la mezcla no fue posible caracterizarles las variables de amasado. Lo anterior, indica que la adición del 50 % de HIQ no permite obtener un mixograma típico.

En la Tabla 2 se presentan las medias de las variables reológicas de la masa, calidad panadera.

Mezcla	P	L	PL	W	VP	TEM	CM
100 % HTR	96c	88.0a	1.0c	314.0a	675.0a	3.0a	3.0 a
10 % HIQ	171b	39.0b	4.5b	277.5a	522.5b	2.0b	2.0 b
20 % HIQ	207b	26.0b	4.3b	239.5a	455.0c	2.0b	2.0 b
50 % HIQ	141a	7.5d	15.0a	58.0b	395.0d	1.0c	1.0 c

P = tenacidad de la masa (mm); L = extensibilidad de la masa(mm); P/L = relación tenacidad/extensibilidad (0-7); W = fuerza de la masa ( $10^4$  J); VP = volumen de pan(ml); TEM = textura de la miga (1-3); CM = color de la miga (1-3). Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 2** Comparación de medias de variables alveograficas y calidad panadera de mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y harina integral de quinua (HIQ)



Los valores de tenacidad variaron de 96-207 mm, siendo el valor menor para la HTR con P=96 mm, mientras que la mezcla con 20 % de HIQ presentó la mayor P= 207 mm.

Para el caso de la extensibilidad (L), la mezcla con 50 % de HIQ indicó la menor extensibilidad L= 7.5 mm y los valores intermedios de extensión lo presentaron las mezclas con 10 % y 20 % de HIQ. La relación tenacidad/extensibilidad (PL) varió de 1.0 a 15.0. Para el caso de fuerza de la masa (W) no se detectó diferencia estadística entre mezclas.

Con base en lo anterior, la adición de HIQ en las formulaciones con HRT al 10 %, 20% y 50 % producen una incrementó la tenacidad (P) y una disminución en la extensibilidad (L) de la masa, consecuentemente la relación tenacidad/extensibilidad (PL) aumenta.

Lo anterior indica la que la proteína de la quinua es inelástica y no extensible. Dichos resultados concuerdan con Arroyave y Esguerra, (2006) quienes indicaron que este comportamiento se debe a que la harina de quinua no presenta las proteínas funcionales gliadinas y gluteninas asociadas en la harina de trigo a las características de fuerza y extensibilidad de la masa, las cuales favorecen las características panificables en este cereal. Por otro lado, los resultados son contrarios a los encontrados por Enríquez *et al.* (2003) quienes indicaron que la calidad de panificación es aceptable con porcentajes de 5 % y 10 % de HIQ, sin embargo, disminuyó con concentraciones superiores de 15 %. Mientras que la adición de quinua en forma de semilla en 10 %, 15% y 20 % tampoco desfavorecen la calidad de la masa para panificación de acuerdo a lo reportado por Stikic *et al.* (2012). La mezcla con el 50 % de HIQ mostró la fuerza de la masa (W) más baja y su PL más alto lo que consecuentemente se manifestó como el valor más bajo de volumen de pan (VP), así mismo se asoció con textura de la miga(TEM) muy pobre y color de miga (CM) café, resultados contrarios presentó la HTR quien presentó el mayor volumen de pan (VP) y textura de miga (TEM) regular asociado a color de miga (CM) amarillo crema. Las mezclas con 10 % y 20 % de HIQ presentaron volumen de pan (VP) intermedio con textura de miga (TEM) pobre y color de miga (CM) crema.

Con base en lo anterior la disminución de la extensibilidad y el aumento de la tenacidad se debieron a la adición de harina de quinua integral, lo que se reflejó en la obtención de bajos volúmenes de pan, respecto a la HTR.

Lo anterior concuerda con lo encontrado por Arroyave y Esguerra (2006) y Enríquez *et al.* (2003) quienes indicaron que el volumen de pan disminuyó cuando se aumentó el porcentaje de quinua en la mezcla.

### Caracterización de la calidad de mezclas de harina para Galleta

En la Tabla 3 se presenta el factor galletero y su representación gráfica de las galletas.

Mezcla	HIQ 100 %	HIQ 75%	HIQ 50 %	HIQ 25 %	HTR 100 %
Galleta					
FG	4.6b	4.7b	4.6b	5.0a	5.0a

FG = Factor Galletero

**Tabla 3** Representación gráfica de la calidad galletera de las mezclas de harina de trigo refinada (HTR) y de harina integral de quinua (HIQ)

Las formulaciones de 25% HIQ y 100% de HTR indican los mejores resultados de Factor Galletero (FG=5.0). Los atributos sensoriales medidos en las galletas elaboradas con las distintas concentraciones HIQ y HTR se muestran en la Tabla 4.

Mezcla	Sabor	Color	Olor	Textura
100 % HRT	3.6 a	3.5 a	3.3 a	3.4 ba
25 % HIQ	3.7 a	3.5 a	3.1 a	3.7 a
50 % HIQ	3.0 ba	3.1 a	2.6 a	2.9 ba
75 % HIQ	2.7 b	3.0 a	2.8 a	2.6 b
100 % HIQ	2.5 b	3.1 a	2.9 a	2.7 b

Medias con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 4** Medias de los atributos sensoriales de mezclas de harina refinada de trigo (HRT) y harina integral de quinua (HIQ).

De acuerdo a los panelistas, la combinación con 25 % HIQ indica que los atributos sensoriales de sabor, color, textura y olor en las galletas elaboradas tienen un gusto moderado respecto al testigo 100% HTR. Las concentraciones superiores de 50 % de HIQ desfavorecen los atributos sensoriales indicando evaluaciones de me gusta poco por parte de los panelistas.

## Agradecimiento

Al grupo de Investigadores del INIFAP-Campo Experimental del Valle de México, Programa de Mejoramiento Genético de Trigo y Quinoa por las facilidades en este estudio.

A las autoridades de la UT de Xicotepéc por facilitar la movilidad docente y estudiantil para desarrollar el proyecto de Investigación.

## Conclusiones

La incorporación de harina integral de quinua (HIQ) del 10 %, 20 % y 50 % en las formulaciones con harina de trigo refinada (HRT), disminuyó el volumen de sedimentación (VS), aumento la tenacidad (P) y la relación tenacidad/extensibilidad (PL), así mismo redujo la extensibilidad (L), por lo que se desfavoreció el volumen de pan (VP).

La calidad galletera medida como factor galletero no se desfavoreció debido a la incorporación harina integral de quinua. La evaluación sensorial de galletas elaboradas con la mezcla de 25 % de HIQ presento la mejor aprobación en la prueba sensorial respecto al testigo de 100 % HRT. La incorporación de concentraciones mayores de 50% de HIQ en las formulaciones desfavorecieron el sabor, el olor y la textura de las galletas.

## Referencias

American Association of Cereal Chemists (2005). Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association: St. Paul, MN.

Arroyave S.L. M.y Esguerra R. C. (2006). Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación. Tesis de licenciatura. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá, Colombia.

Barquera, S.; Campos I; and River, J.A. (2013). México attempts to tackle obesity: the process, results, push backs and future challenges. Obesity reviews.

CANIMOLT (2006). Camara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. WWW.CANIMOLT.ORG .julio 2016

Enriquez N., Peltzer M., Raimundi A., Tosi V., Pollio M.L. (2003). Characterization of the wheat and quinoa flour blends in relation to their bread making quality. Journal of the Argentine Chemical Society 91: 47-54.

Salazar, Z. A. (2000). Calidad industrial del trigo para su comercialización. El Trigo de Temporal en México. HE Villaseñor, E Espitia (eds). SAGAR, INIFAP. México. pp, 192-207.

SAS Institute (2002). SAS/STAT User's Guide: GLM VARCOMP. 6.04. Fourth ed. Cary, NC, USA. pp: 996.

SIAP-SAGARPA (2018). Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de la red. www.siap.gob.mx. Mayo 2018.

Stikic R., Glamoclija D., Demin M., Vucelic-Radovic B., Jovanovic Z., Milojkovic-Opsenica Jacobsen D., Milovanovic S.-E. M., (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. Journal of Cereal Science 55: 132 -138.



## Automatización de equipo y ahorro de energía en planta de Motores

### Automation of equipment and energy savings in Motors plant

PÉREZ-ORTEGA, Eva Claudia\*†, CHAVIRA-ÁLVAREZ, Alberto, ESPARZA-DELGADO, María Del Carmen y VALLES-NOROÑA, Alejandro

*Universidad Tecnológica de Chihuahua. Av. Montes Americanos 9501, Sector 35, Chihuahua, Chih*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eva Claudia, Pérez-Ortega* / ORC ID: 0000-0002-4739-9237, Researcher ID Thomson: S-6728-2018, CVU CONACYT ID: 388994

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Alberto, Chavira-Álvarez* / ORC ID: 0000-0002-2705-6851, Researcher ID Thomson: S-7881-2018, CVU CONACYT ID: 388994

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *María Del Carmen, Esparza-Delgado* / ORC ID: 0000-0001-8276-6031, Researcher ID Thomson: S-7823-2018, CVU CONACYT ID: 520791

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Alejandro, Valles-Noroña* / ORC ID: 0000-0003-0132-1191, Researcher ID Thomson: S-8498-2018, CVU CONACYT ID: 947541

Recibido 03 de Enero, 2018; Aceptado 02 de Marzo, 2018

#### Resumen

Los enormes avances en la industria moderna requieren de automatización industrial, sobre todo en el área relacionada con tiempos y ahorro de energía. El proyecto "Automatización de equipo y ahorro de energía en la Planta de Motores" esta enfocado a la automatización de equipos cuyo objetivo es el eliminar las actividades llevadas a cabo por el personal de la empresa en el actual sistema, haciendo uso de los equipos existentes por medio de la tecnología se eliminan los esfuerzos físicos empleados para llevar estas tareas. Logrando además tener una mejora al cubrir puntos en los cuales se tiene un ahorro en cuanto a energía y refacciones utilizadas por reparaciones. Se da solución a la problemática del encendido y apagado de maquinaria en el área de motores a través de una aplicación combinada con un controlador lógico programable. Los resultados reflejan una reducción en el tiempo en que la maquinaria de las líneas de producción de motoren se encuentra encendida lo cual se ve reflejado en un ahorro de energía.

#### Automatización, Programación, PLC, Ahorro

#### Abstract

The enormous advances in modern industry require industrial automation, especially in the area related to time and energy savings. The project "Automation of equipment and energy saving in the Motors Plant" is aimed at the automation of equipment whose objective is to eliminate the activities carried out by the company's personnel in the current system, making use of the existing equipment. by means of technology, the first drawings used to carry out these tasks are eliminated. Achieving also has an improvement by covering points where there is a saving in energy and spare parts used for repairs. The problem of switching on and off the machinery in the engine area is solved through an application combined with a programmable logic controller. The results refer to a reduction in the time in which the machinery of the Motoren production lines is on, which is reflected in an energy saving.

#### Automation, Programming, PLC, Saving

**Citación:** PÉREZ-ORTEGA, Eva Claudia, CHAVIRA-ÁLVAREZ, Alberto, ESPARZA-DELGADO, María Del Carmen y VALLES-NOROÑA, Alejandro. Automatización de equipo y ahorro de energía en planta de Motores. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-2: 27-37

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: evaperez@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Cada día una de las principales preocupaciones es reducir al máximo el uso de energía en las labores que se realizan tanto en los hogares como en las industrias.

El proyecto que se realiza se basa fundamentalmente en eficientizar las actividades realizadas en la planta de motores de combustión interna en el área de ensamble.

Mediante la implementación de un sistema se busca mejorar al tener equipos automáticos, los cuales puedan apagarse a horas determinadas por sí mismos cuando la línea de producción no se encuentre trabajando eliminando el tiempo invertido para realización de esta actividad, además de automatizar y hacer más robusto y eficiente el proceso y reducir el consumo de energía ya que por el momento dicha actividad es realizada por personal técnico de la línea. La justificación del proyecto permite conocer los beneficios, así como el control del proceso a través de la programación, el objetivo principal es el ahorro energético.

Se realiza la recolección de la información para cumplir con el requerimiento de la empresa de donde se parte del cronograma de actividades y la metodología. Se utiliza la metodología cascada para la realización del proyecto, se realiza el análisis y desarrollo del sistema a través de las diferentes herramientas y lenguajes de programación, así como de los controladores lógicos programables. Se presentan los resultados en base a tiempos de encendido de la maquinaria y el ahorro de energía.

## Justificación

Actualmente el uso de las tecnologías en cualquier empresa industrial es algo necesario debido a la gran demanda que estas tienen sobre sus productos, el programar sus procesos permite tener una mejor administración sobre ellos además de tener una manera más eficaz de llevar las operaciones que se realizan a diario con el monitores por medio de aplicaciones páginas web lo cual les proporciona ser más competentes en el mercado, permitiendo así estar en constante competitividad.

Debido a esto hoy se usan sistemas donde se resguarda la información como lo son las bases de datos a las cuales se puede tener acceso con facilidad por medio de una interfaz amigable al usuario esto con el fin de obtener información almacenada, realizar análisis y detectar deficiencias y solventarlas mediante la mejora continua.

Los procesos automatizados proporcionan a los usuarios un mejor control sobre ellos y una mejor administración del tiempo.

Se permite un control de las maquinas por medio de la programación y además él envió de información, esto que ayudará al personal a incrementar la productividad basado en estadísticos generados en una página web usando el recurso existente dentro de la empresa sin la necesidad de tener un gasto mayor alguno solo haciendo uso del conocimiento adquirido para aplicarlo a las tecnologías.

## Problema

La falta de personal de soporte en el departamento hace que el proceso sea más complejo de realizar, ya que se cuenta con una cantidad de equipo considerable a lo en la línea de producción y es complicado atender de manera eficiente en su totalidad.

El tiempo destinado para los horarios de encendido y apagado de los equipos, las fallas constantes que se presentan al arranque y en trascurso del turno, los detalles de calidad y surtido de material son factores que influyen en el inicio de producción de manera oportuna.

Las fallas presentadas por el deterioro de componentes de las maquinas por prolongados tiempos de actividad en tiempos no productivos además tiempos de reparación invertidos en estas fallas.

## Objetivos

### Objetivo General

Automatizar los procesos de producción de motores del área de controles de la planta de motores en tiempos requeridos a través de la programación de equipos y representación lógica de control de sistemas industriales.

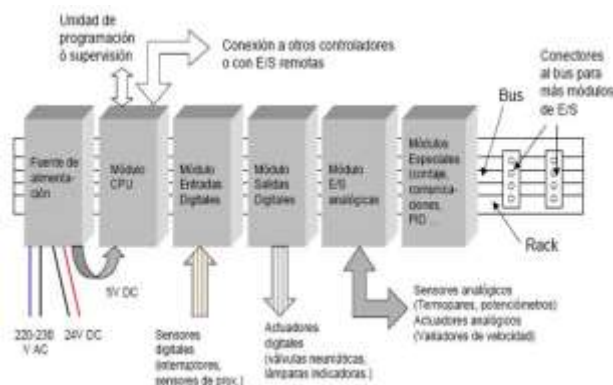
**Objetivos Específicos**

- Programar los equipos con lo cual se puede ahorrar, mejorar tiempos y además facilitar al personal encargado del proceso el tener un mejor control sobre el mismo.
- Realizar un sistema el cual envíe información a una página para dar a conocer el estado de operación de las los equipos.
- Guardar información de estado de las maquinas en una base de datos.

**Marco Teórico**

**Metodología de la Investigación**

El controlador Lógico Programable (PLC) también llamado Automáta programable industrial (API) es un equipo electrónico, basado en un procesador que utiliza una memoria programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.



**Figura 1** Estructura de un autómatas Programable  
 Fuente. Rojas, C. D. Publicada en *Automatización industrial mediante PLC's*.  
<https://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/arquitectura-y-apariencia-externa/>

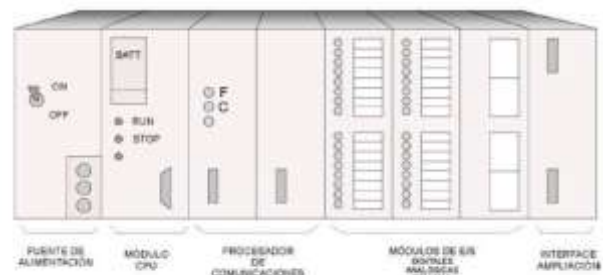
**Ventajas de los PLC's**

- Reducción del costo de mano de obra, al automatizar las tareas,, el ser humano comienza a volverse un elemento prescindible
- Instalación bastante sencilla, ocupa poco espacio y posibilita el manejo de múltiples equipo de manera simultánea gracias a la automatización.

- Mejor monitoreo de los procesos, permite oportuna detección de fallos
- Ahorro en costos adicionales como: operación, mantenimiento e incluso energía.

**Desventajas de los PLC's**

- El personal debe estar calificado para mejor manejo de los dispositivos
- Cuidado en los detalles, tanto en operación como en el código de programación.



**Figura 2** Estructura externa del Autómata programable  
 Fuente. Rojas, C. D. Publicada en: *Automatización industrial mediante PLC's*.  
<https://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/arquitectura-y-apariencia-externa/>

**La norma IEC 1131**

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 1131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables.

El estándar IEC 1131-3 define:

- Lenguajes Gráficos
  - Diagrama Ladder (LD)
  - Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)
- Lenguajes Textuales
  - Lista de Instrucciones (IL)
  - Texto Estructurado (ST)

Los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control.

Los lenguajes basados en texto, usan cadenas de caracteres para programar las instrucciones.

El estándar IEC 1131-C incluye una forma orientada a objetos llamada Sequential Function Chart (SFC).

### Diagrama tipo escalera

Fue uno de los primeros lenguajes para programar PLC's también llamado Ladder Logic.

Se trata de una conexión gráfica entre variables de tipo Booleano, comparable a los antiguos controladores de tipo relé, donde se representa el flujo de energía en diagramas de circuitos eléctricos.

### Lista de instrucciones

Es similar a un lenguaje ensamblador. Está mucho más utilizado en Europa y se trata de un tipo conveniente para programas de poca extensión. Una de las principales características es que todos los operadores trabajan con un registro especial, denominado acumulador (LD, ST).

### Diagrama funcionales secuenciales (Sequential Function Chart SFC)

Método gráfico de modelado y descripción de sistemas de automatismos secuenciales, en los que el estado que adquiere el sistema ante el cambio de una entrada depende de los estados anteriores.

Programa estructurado cuyos elementos básicos son las etapas, las acciones y las transiciones. De este modo, una secuencia en SFC se compone de una serie de etapas representadas por cajas rectangulares y que se encuentran conectadas entre sí por líneas verticales.

Elementos soportados del estándar SFC:

- Etapa
- Transición
- Acción
- Divergencia
- Convergencia
- Divergencia simultanea
- Convergencia simultanea

### Diagrama de Bloques (Function Block Diagram.FBD)

Permite al usuario programar de manera mas rápida, en expresiones como en lógica booleana.

FBD proviene del campo del procesamiento de la señal y su utilización es conveniente cuando no hay ciclos pero existen, sin embargo, varias ramas en el programa a crear. Es un lenguaje de alto nivel que permite resumir funciones básicas en bloques de modo que el usuario debe preocuparse por una programación funcional de su rutina. Las funciones y bloques funcionales aparecen como circuitos integrados.

### Análisis de la situación actual

Este proyecto es realizado debido a los tiempos muertos que se presentan en la maquinaria en arranque y termino además de horarios de descanso, de actividades realizadas de valor agregado a la línea ahorro de energía y piezas dañadas por reparaciones y el tiempo invertido en las mismas. Siendo aquí donde se presenta la oportunidad de mejora en el proceso teniendo la aprobación del ingeniero de procesos para la autorización de la modificación del equipo con el fin de eliminar el tiempo invertido a realizar las actividades de encendido de maquinaria y lo antes mencionado así mismo se hace el uso de los recursos existentes de equipo para llevar a cabo el desarrollo de esta mejora.

Cabe destacar que haciendo uso de los sistemas y equipos utilizados en el proceso se podrá lograr tener un mejor control sobre el proceso logrando hacerlo más robusto y eficiente por medio del uso del recurso ya existentes aplicando las implementaciones necesarias para lograr mejorar. En una de las operaciones donde empieza la realización de esta mejora se hace uso del equipo encontrado ya en la máquina para poder eliminar tiempos de apagado.

### Propuesta de solución

Construir una solución mediante el desarrollo de una aplicación que optimice el actual sistema de administración que se encuentra implementado en la línea de producción de motores donde es ensamblado uno de los motores más costosos de la compañía.

La implementación de un nuevo sistema que permita mejorar el proceso haciendo de este uno más eficiente mediante la automatización.

Lograr tener un mejor control de este eliminando tiempos muertos en arranques de línea y paros establecidos haciendo que el tiempo destinado para la fabricación sea utilizado al máximo.

Se determina de acuerdo a las necesidades las herramientas a utilizar para la implementación de la mejora encontrando así el requerimiento de trabajar con distintas herramientas como un programador lógico controlable el cual tendría la tarea de interactuar con las máquinas, Un lenguaje de programación dirigido por eventos encargado de llevar la comunicación del PLC en el servidor donde se encuentra la base de datos alojada, tal sistema de gestión de base de datos para el resguardo de la información y además Un lenguaje de marcado para el desarrollo de páginas web la cual en este caso se encontraría en intranet la cual obtendrá la información encontrada en la base de datos para mostrarla al usuario.

### Análisis y diseño de software

Al dar inicio al análisis se realiza un formato de entrevista inicial donde los empleados relacionados con el proceso son los que contestan las preguntas, el propósito es conocer el proceso del arranque de maquinaria y detectar las necesidades mediante la obtención de la información.

Se elabora el modelo base de datos como parte del proceso para el desarrollo de nuestra aplicación en el cual estarán almacenadas las tablas donde se guardarán los datos que se obtendrán del PLC (Controlador Lógico Programable).

La estructura de la tabla y la relación que se tendrá entre las tablas, así como los identificadores para cada campo de la base de datos se elabora por escrito para después crearla en un sistema de gestión de base de datos.

Se realiza un diseño de la página web basado en las demás páginas del sistema utilizado en la empresa cumpliendo con las normas de diseño ya implementadas. En este diseño se toman en cuenta las necesidades de la aplicación que se tienen para representar la información de una manera clara y sencilla para los usuarios.

Se hace solo la representación gráfica del cómo se mostraran los datos recabados del PLC en la aplicación de los horarios de encendido y apagado.

### Estructura de la aplicación en general

En el desarrollo de la implementación antes mencionada se estarán utilizando distintas herramientas de programación como Logix Pro, Visual Basic, gestor de bases de datos y HTML las cuales realizarán la interacción unas con otras para el manejo de la información obtenida. Esta información será tomada de un programador lógico controlable el cual será codificado para realizar las acciones de encendido y apagado de las máquinas de manera requerida por las necesidades del solicitante este generará registros los cuales serán enviados por TCP/IP.

Una vez que estas acciones hayan sido realizadas al mismo tiempo se estará generando información la cual se almacenará en un servidor de la empresa donde se encuentra una implementación de código desarrollada en Visual Basic la cual tiene como tarea recolectar los datos emitidos por el PLC para después almacenarlos en un sistema de gestión de base de datos y de ahí ser mostrados en una página de la empresa.

### Creación de la Base de datos

Se crea la base de datos estructurada en uno de los servidores de la empresa, donde se almacenarán los registros obtenidos del PLC.

Los PLC permiten la conexión a internet, lo cual permite una monitorización del funcionamiento desde una computadora en cualquier lugar.

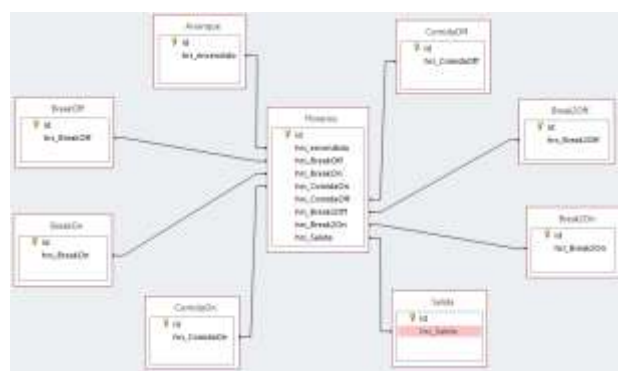


Tabla 1 Relación de tablas

### Codificación Unity Pro

Se realiza la codificación del programa en el PLC mismo con el cual están programadas las automatizaciones para realizar sus funciones. Utilizando el software de programación usado en la planta el proyecto realizado se enfoca a la sección de control del voltaje misma que es manejada con controles manuales externos tales como relevadores contactares y botones de pulso.

Se trabaja con el PLC fuera de línea con un proyecto de respaldo bajado del servidor para evitar parar la maquina la cual se encuentra trabajando con el programa cargado en el PLC.

En el programa utilizamos la barra de herramientas seleccionando en el structural view lo que es el step Coveyor:conveyorIN en el cual se encuentran la bobina que activa la señal interna en el PLC pulsando desde un botón ubicado en el panel de la maquina en esta sección del programa se encuentran los pitch nombre que se le da al seccionamiento del conveyor.

En esta sección del programa se agregan lo que son comparadores, los cuales se encargan de guardar un valor el cual es dado manualmente dado el valor configurado realiza la función como su nombre lo dice hacer la comparación del valor que tiene con respecto a otro valor el cual pudiese encontrarse dentro del mismo diagrama de escalera.

En este caso se trabaja con valores como lo es la hora del programa el comprador hace la verificación y al momento de cumplirse la hora se activa mandando una señal (pulso) el cual activara una bobina que se encuentra después de un contacto NO asignado la dirección de ENABLEOF PANEL dentro del programa del PLC.

Se agregan varios comparadores representando horarios requeridos para cubrir las necesidades encontradas en el análisis logrando así el objetivo requerido.

Una vez configurado el apagado automático se realiza la codificación para el encendido haciendo uso de los comparadores nuevamente dentro del mismo step ubicado en el structural view en la bobina que se encuentra destinada para control manual externo botón de encendido de máquina.

En el step Coveyor: conveyorIN se trabaja en distintas líneas del diagrama de escalera 284 para sección de apagado y 2 para ControlVoltageSwitchOn.

### Codificación en el lenguaje de programación

En la implementación del proyecto se utiliza visual Basic. En este lenguaje de programación desarrollamos un software el cual nos ayudara a guardar los datos enviados por le PLC en un sistema de gestión de base de datos. Tales datos como registros de hora de encendido y apagado de las automatizaciones.

La transmisión de datos entre el PLC y servidor en el cual se encuentra alojada la base de datos es por medio de TCP/IP siendo una de las opciones dadas para realizar el trabajo además de ser el único medio más usado en otras aplicaciones diferentes más en la empresa. Se declaran objetos de tipo socket los cuales recibirán los datos, haciendo una instanciación del socket para aceptar la conexión del TCP/IP dado que es implementado para las conexiones del PLC.

Se declara una variable tipo byte donde se almacena la información recibida por el socket de una dimensión de 255 caracteres variable vDatos 255 de tipo byte.

Características	Sistemas cableados		Sistemas programables	
	De riles	Lógica a medida	PLC	
Tamaño	Alto	Bajo	Bajo	
Consumo	Alto	Bajo	Bajo	
Velocidad de respuesta	Baja	Baja	Baja	
Interconexión con otros procesos	Difícil	Difícil	Fácil	
Desgaste	Alto	Bajo	Bajo	
Robustez	Alta	Baja	Media	
Ampliación (escalabilidad)	Difícil	Muy difícil	Fácil	
Flexibilidad	Baja	Nula	Alta	
Costo por variables interna	Alto	Medio	Bajo	
Costos para E/S >15				
Pequeñas series	Alto	Medio	Bajo	
Grandes series	Alto	Bajo	Medio	
Especialización del personal de mantenimiento	Baja	Alta	Media	
Herramientas de diagnóstico de fallas	Nula	Baja	Alta	
Modificaciones sin parar el proceso (en línea)	Nula	Nula	Alta	
Cantidad de mano de obra para la implementación de un proyecto	Alta	Medio	Baja	
Hardware estándar para diferentes aplicaciones	Nula	Nula	Alta	
Repuestos en el mercado	Altos	Nulos	Medios	
Funciones	Lógica combinatorial	Si	Si	Si
	Lógica secuencial	Limitada	Si	Si
	Instrucciones aritméticas	No	Si	Si
	Lazos de control PID	No	Si	Si
	Textos y gráficos	No	Si	Si
	Protocolos de comunicación estándar	No	Si	Si
	Toma de decisiones	Bajo nivel	Si	Si
	Lenguaje de programación estándar	No	No	Si

**Tabla 2** Comparación de un sistemas programables y un sistemas de cableado

*Nota. Fuente: Daneri, P. A. (2008). Plc: automatización y control industrial. <http://ebookcentral.proquest.com>*

## Codificación HTML, CSS

Las Hojas de estilo en cascada (o CSS, siglas en inglés de Cascading Stylesheets) es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado.

Es muy usado para establecer el diseño visual de los documentos web, e interfaces de usuario escritas en HTML o XHTML; el lenguaje puede ser aplicado a cualquier documento XML, incluyendo XHTML, SVG, XUL, RSS.

Se realiza código HTML en su versión 3.0 en el programa sublime, al igual que el código de estilos (CSS). El programa se codifica desde cero, se crea un archivo HTML agregando un link a la hoja de estilos css.

Siguiendo una estructura en la sección del header se agrega el nombre de página creada con un pequeño logo del sistema de la empresa centrado a la página. El apartado nav se utiliza como información general de la página creada donde se explica de una manera sencilla y breve sobre funcionamiento del sistema. Apartado a side se agregan etiquetas para nombres de las máquinas y horarios de arranque y encendido apartado sección se agregan las etiquetas para el acceso a la base de datos y en la última sección footer se agrega información de la general de la empresa.

En la hoja de estilos css se dan las reglas que afectaran a la apariencia del documento. Estas se refieren a como aparecerá en pantalla la página modificando las propiedades de color, el fondo, tipo de fuente, tamaño de fuente, apariencia de bordes, márgenes, alineación y espacios.

## Realizar pruebas del sistema

Se realizan pruebas al software para corroborar el buen funcionamiento y posibles fallas existentes. Se comienza con las pruebas del PLC en campo donde se modifican los valores de los comparadores con distintas horas en las cuales se hace la verificación de la lógica se encuentre bien estructurada y cumpla con los objetivos de apagar y encender la maquina a distintos horarios, se continua con la verificación de información a la base de datos realizando consultas en las diferentes tablas en las que se recolectan los datos emitidos por el PLC sean correctos y al final se hace una verificación de la página la cual debe de mostrar los valores almacenados en las tablas de la base de datos.

### Corrección de errores

Durante las pruebas en campo se presenta un error en el sistema el cual afecta al control de las horas este es originado por la computadora de la máquina. Este problema causa que no haya un correcto control del apagado en horarios establecidos.

Al apagarse la maquina por completo debido a la falta de energía en la misma provocada por los cortes de energía los cuales provenían de cambios en las subestaciones o modificaciones de equipos presentados en la planta se perdía la hora correcta del sistema por lo que la computadora cambiaba constantemente de hora. Hora que el PLC tomaba para ejecutar las acciones. Se encontró la causa a raíz un deterioro en la pila del BIOS debido a que este problema solo se presentaba cuando se desenergizaba por completo el sistema.

Se realiza el pedido por parte del sistema de compras de la empresa por una pila de 3v la cual se reemplaza corrigiendo las fallas presentadas en el sistema antes mencionadas

### Presentación de los resultados

Una vez terminado el proyecto se realiza la presentación de los resultados en la línea de producción del sistema desarrollado a través de las diferentes herramientas y lenguajes de programación, así la automatización con controladores lógicos programables.

### Resultados

Una vez dada la implementación del sistema desarrollado se presenta un aumento notorio en la eficiencia del proceso al eliminar el tiempo invertido para las maquinas en el apagado y el encendido de las mismas.

EL arranque de línea en horarios de entrada, break y comida se realiza en tiempo lo que beneficia directamente a la producción al tener el tiempo necesario destinado para el ensamblado de los motores mismo que los operadores perdían por no tener el personal necesario el cual se encargara de arrancar las maquina a tiempo.

Además de lograr obtener una reducción en el consumo de energía al lograr que las maquinas solo estuvieran en funcionamiento los tiempos necesarios de producción. Lo que por consecuente también se protegen los componentes de los equipos los cuales se dañaban por descuidos al dejarlos encendidos durante el fin de semana tiempo que el departamento no laboraba.

Se logra obtener datos los cuales pueden ser mostrados por medio de una página web y utilizados por los usuarios como medibles de eficiencia en los procesos gracias al desarrollo en las herramientas de gestión de base de datos, visual Basic y HTML. Herramientas las cuales no se utilizó recurso económico debido a que fueron proporcionadas por la empresa.

### Resultados Cuantitativos

Se realiza el sistema de encendido y apagado de equipos el departamento de ensamble de motores en Chihuahua el cual cumple con los requisitos establecidos para el desarrollo del proyecto.

El sistema muestra información de una forma sencilla el estado de encendido y apagado de las maquinas en un sistema de producción de la planta de motores desde la página de manufactura donde se logra el informar al personal el cual desee obtener información acerca del proceso la hora en que se encienden y se apagan las máquinas.

Se logra eliminar tiempos destinados para encender y apagar máquinas para el personal encargado del departamento el cual se puede enfocar en distintas tareas a la antes mencionadas de apagar los equipos y encender o que le facilita a llevar una mejor administración al tener arranques de línea a una hora exacta y especifica logrando tener un mejor aprovechamiento en el proceso

En las siguientes imágenes se muestra como se aumentó la efectividad del proceso al eliminar los tiempos muertos perdidos por los arranques tardíos de la línea teniendo una venta de 5 motores por hora los cuales están programados como cedula. Al eliminar los tiempos de arranque automatizándolo se contribuye con el personal para lograr tener un mayor tiempo efectivo en la fabricación del motor.



El sistema establece un mejor control de los equipos generando un ahorro en energía y costos por piezas de reparaciones producidas de daños causados por prolongados tiempos en los que los equipos se encuentran encendidos aunque no se encontrara operando.

Estos equipos solo se encuentran encendidos en tiempo productivo programados de línea lo que alarga la vida de los componentes que lo conforman, como se muestra en la siguiente tabla comparativa.

### Ahorro de energía

En base a la implementación del proyecto mencionado en este documento por medio de la automatización de equipos se logra tener un ahorro de energía el cual impacta directamente en los costos destinados para este recurso utilizando dentro de la empresa obteniendo resultados benéficos en el consumo de energía. En la siguiente grafica se muestra como se encontraba el proceso en el consumo antes y después de la implementación.

El proceso en cuestión de consumo de energía antes de la implementación se mantenía en un promedio de 12 hrs. de trabajo la máquina días productivos y en fines de semana se disparaba puesto que dejaban las maquinas encendidas durante todo el fin de semana en días no productivos. Al implementar la mejora se observó que los días productivos se mantenía el mismo consumo durante los 4 días productivos y en fin de semana el consumo desaparecía en días no productivos.

Teniendo como base el comunicado de SEMARNAT Para el reporte del Registro Nacional de emisiones, tenemos lo siguiente:

Ahorro energético de 75 minutos diarios por 4 días = 300 minutos.

300 minutos entre 60 = 5 horas

Considerando que la máquina tiene una potencia de 1500 Watts,

Entonces 1500 Watts/hr entre 5 horas = 300 watts

El ahorro energético anual, sería 300 Watts \* 52 semanas, lo que da: 15600 watts

Además, considerando que algunos días se quedaban encendidos los equipos, o sea, los 3 días restantes.

Ahora, el comunicado emitido por SEMARNAT el 15 de octubre de 2015, para efecto de cálculo de emisiones indirectas por consumo de electricidad, cuando el proveedor sea Comisión Federal de Electricidad, será: 0.454 toneladas de CO<sub>2</sub> / MWh.

Lo que equivale a 454 Kg. de CO<sub>2</sub> por cada 1000 Kw/hr

Por regla de 3; 15. 6 Kw/hr equivale a 7.0824 Kg. de CO<sub>2</sub>. Este es el valor de CO<sub>2</sub> que se deja de mandar al medio ambiente.

Cuando se habla de emisiones de CO<sub>2</sub> o de la "huella de carbono" no siempre es fácil hacerse una idea de la emisión de 1 Kg de CO<sub>2</sub> en bienes tangibles.

La emisión de 1 Kg de CO<sub>2</sub> es lo que resulta de recorrer 13 km., obtener 12 porciones de arroz, 30 manzanas, 424 tazas de té o 282 horas de luz.

### Resultados Cualitativos

Dada la implementación del proyecto se han alcanzado distintos beneficios los cuales son de gran utilidad dentro de la compañía entre estos se encuentran los siguientes.

Un incremento productivo en la fabricación de motores este conseguido por el aprovechamiento total de tiempo destinado para la fabricación eliminando tiempos muertos los cuales eran provocados a los arranques tardíos de las maquinas estando de la mano de un sistema creado para el almacenamiento de información el cual es mostrada en una página del sistema de manufactura de la empresa.

Tiempo productivo del proceso diario	
Antes	Ahora
10 horas	10 horas 55 minutos

Tabla 3 Tiempos productivos

Se eliminan las tareas involucradas de la manera de realizar el proceso antes de la implantación del proyecto lo que permite a los encargados de llevar el proceso tener tiempo para realizar distintas tareas que son de impacto para el proceso.

Tiempo invertido en Arranque y paro de línea	
Antes del proyecto	Después de la implementación
Encender línea de 15 a 20 minutos en arranque 6:00 am	Se elimina
Encender la línea después de cada comida o break 5 a 10 min	Se elimina
Apagar la línea al final de las actividades 15 a 20 min	Se elimina

**Tabla 4** Tiempo invertido

El ahorro de energía se incrementa notoriamente al tener los equipos encendidos solo en los tiempos productivos necesarios. Los costos de reparaciones producidos por daños en fuentes o partes del mismo equipos se reducen lo cual es medido a largo plazo se planean los mantenimientos preventivos con un más largo tiempo debido a que las horas de trabajo en el mes son menores.

Ahorro de energía y costos de reparación	
Antes del proyecto	Después de la implementación
Máxima condición 168 horas mínima condición 96 horas	Tiempo de maquinaria encendida 43 horas con 20 minutos
Componentes dañados en un mes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 fuentes de 24 volts y</li> <li>• 6 fusibles de 480 volts</li> </ul>	No se reportan daños en un mes
Mantenimiento realizado por horas de trabajo 1 vez por mes	Se extiende a 1 vez por bimestre

**Tabla 5** Ahorro de energía y costos

El personal encargado de la administración de la línea ha aprovechado mejor su tiempo que ganan con el uso de la implementación del proyecto, esto hace que puedan invertir mejor su tiempo en otras actividades que benefician a la empresa además de tener un sistema en el cual se almacena información para la administración del mismo proceso.

Se tiene un impacto favorable en cuestión de los recursos económicos de la compañía por medio de un ahorro de energía considerable y la conservación de los equipos en buen estado durante un mayor tiempo evitando que los componentes se dañen lo que también genera un ahorro.

La efectividad del proceso se mejoró con tiempos establecidos en los arranques los cuales son benéficos tanto para el personal involucrado en la línea como para la compañía eliminando tiempos muertos

### Conclusiones

Tener un proceso automatizado el cual puede ser medido en base a métricos generados y almacenados en una base de datos para después ser mostrados al usuario cuando así lo desee con esto se logran reemplazar las actividades llevadas a cabo por el personal técnico el cual puede emplear dicho tiempo para realizar distintas tareas las cuales son necesarias para el proceso

Con la automatización se logro mejorar la productividad, disminuir los costos, eliminar las labores rutinarias al encender y apagar las maquinas.

### Recomendaciones

El desarrollo de este proyecto el cual está encargado de la administración de las maquinas en cuanto tiempo productivo. Se obtiene una aplicación la cual no requiere de algún mantenimiento extraordinario pero si es recomendable al momento de cortar por completo la energía de la máquina y volver a la reincorporación de la misma tener los horarios del sistema operativo al tiempo exacto ya que dicho sistema toma la hora de la computadora. O en su defecto si la pila de la BIOS está en buen estado no se requiere configuración alguna de lo contrario si se encuentra dañada en necesario reemplazarla. Así mismo se le sugiere al personal encargado como mantenimiento preventivo el reemplazo de las pilas dañadas por seguridad del sistema así como el de los equipos.

Además se tiene como mejora a futuro el implementar una interfaz para el usuario el cual pueda realizar el cambio los horarios sin necesidad de conectarse al mismo programa del PLC fácil de integrarse a los sistemas ya existentes. Desde un lugar donde se encuentren los controles de operación de las maquinas fácil y accesible.

## Referencias

Balcells, J., Romeral, J. L., & Martínez, J. L. R. (1997). *Autómatas programables* (Vol. 1089). Marcombo.

Bolton, W. (2006). *Programmable Logic Controllers* (Cuarta ed.). Burlington, USA: Elsevier .

Castro Calderón, D. I., Pilamonta, P., & Daniel, H. (2018). *Diseño e implementación de un sistema automatizado de encendido y apagado de luminarias en los pasillos de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT)* (Bachelor's thesis, Quito, 2018.).

Daneri, P. A. (2008). *Plc: automatización y control industrial*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Gómez, C. T. (2005). *Introducción a la automatización autómatas programables*. Universidad de Huelva. Recuperado de: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos, 2, 202009-10>.

Moreno, M. (2002). *Controlador Lógico Programable (PLC).Automación Micromecánica Saic, I, 84*.

Ramírez, D. M. (2011). *Controlador lógico programable basado en hardware reconfigurable*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Rojas, C. D. *Automatización industrial mediante PLC's*. <https://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/arquitectura-y-apariencia-externa/>

Sánchez, R. D. (2009). *Controlador lógico programable, una mirada interna*. Barranquilla: Corporación Universitaria de la Costa.

Sánchez Gómez, J. I. (2013). *Desarrollo de compilador para lenguaje escalera de controladores lógicos programables para aplicaciones industriales* (Doctoral dissertation).

Vallejo, H. D., & la Web, E. (2005). *Los controladores lógicos programables*. Fuente: <http://www.todopic.com.ar/utiles/PLC.pdf>. 30 de junio del 2018, 6(07), 06.

# 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<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

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

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

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> 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 del Diseño Innovativo. 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

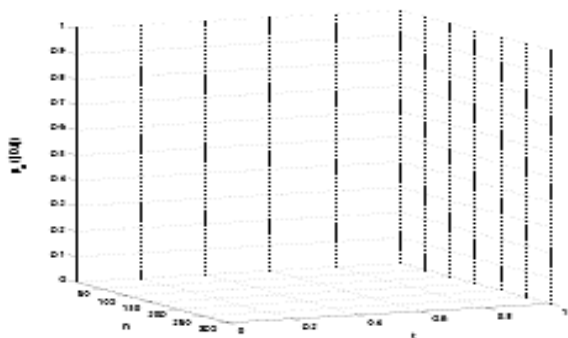
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

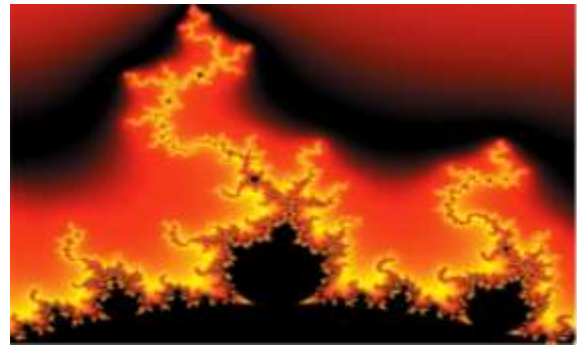
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[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 Título 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.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## 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 del Diseño Innovativo 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 del Diseño Innovativo 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 del Diseño Innovativo, 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](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://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-VILLAO, 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

VALLE-CORNAVACA, Ana Lorena. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

### **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 1 - 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 del Diseño Innovativo

“Estudio ergonómico en el área de inyección de plásticos, propuestas de mejora y taller de pausas activas a empleadas”

**AVELINO-ROSAS, Roberto, GONZÁLEZ-DÍAZ, Yolanda, RIVERA-MOJICA, Denisse Gabriela y CASTILLO-SERRANO, Erika**

*Universidad Tecnológica de Tecamachalco*

*Universidad Tecnológica Paso del Norte*

*Universidad Tecnológica de Tula*

“Eficiencia en paneles solares”

**TORRES-PACHECO, S., JURADO-PÉREZ, F., GRANADOS-LIEBERMAN, D. y LOZANO-LUNA, A.**

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato*

“Evaluación funcional de formulaciones de harina refinada de trigo y harina de integral de quinua para productos de panificación”

**MORALES-GUZMÁN, Victor MARTÍNEZ-CRUZ, Eliel, ORTEGA-RANGEL, Leticia y ORTEGA-APARICIO, Adela**

*Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez*

“Automatización de equipo y ahorro de energía en planta de Motores”

**PÉREZ-ORTEGA, Eva Claudia, CHAVIRA-ÁLVAREZ, Alberto, ESPARZA-DELGADO, María Del Carmen y VALLES-NOROÑA, Alejandro**

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

