

Volumen 2, Número 8— Octubre — Diciembre - 2018

ISSN 2531-2952

# Revista de Cómputo Aplicado

**ECORFAN<sup>®</sup>**

## **ECORFAN-Spain**

### **Editora en Jefe**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Redactor Principal**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Asistente Editorial**

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC  
SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

### **Editores de Producción**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD  
LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Administración Empresarial**

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

### **Control de Producción**

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC  
DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

**Revista de Cómputo Aplicado**, Volumen 2, Número 8, de Octubre a Diciembre- 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal -Madrid. WEB: [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María. Co-Editor: MIRANDA-GARCÍA, Marta. PhD. ISSN-2531-2952. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 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 de Cómputo Aplicado**

## **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 Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV.

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

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

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Cómputo Aplicado es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, 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 la Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD  
Oak Ridge National Laboratory

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

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD  
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD  
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD  
University of Bristol

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

TELOXA - REYES, Julio. PhD  
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

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

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

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

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

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD  
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD  
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo 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 de Cómputo Aplicado emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas 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 Spain 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 Teoría de Sistemas, Redes, Interconectividad de Empresas, Gobierno Corporativo, Comunicación por satélite, Conectividad, Emisores de tv y transmisión, Enlaces de microondas, Radio comunicaciones y receptores de radio, Radiocomunicación, Receptores de radio, Receptores de TV, Telefonía, Transmisores de radio y TV y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

## **Presentación del Contenido**

En el primer capítulo presentamos, *Sistema basado en conocimiento para la predicción del clima para usos agrícolas*, por FUENTES-COVARRUBIAS, Ricardo, FUENTES-COVARRUBIAS, Andrés Gerardo, CORTES-QUIROZ, José Alfredo y DE JESUS-JUAREZ, Jonathan Gerardo, con adscripción en la Universidad de Colima, como segundo artículo presentamos, *Sistema de control de velocidad de sistema de expulsión de polvo por aire aplicado en la producción de arroz*, por SÁNCHEZ-CORONADO, Eduardo Mael, HERRERA-ARELLANO, María De los Ángeles, BAUTISTA-BAUTISTA, Alberto Nicolas y GALVÁN-CHÁVEZ, Jorge Moisés, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, como tercer artículo presentamos, *Diseño y Evaluación de un Objeto de Aprendizaje en el área de Informática con la metodología ADDIE*, por GAZCA-HERRERA, Luis Alejandro, OTERO-ESCOBAR, Alma Delia, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo Leonel y ZABALA-ARRIOLA, Omar, con adscripción en la Universidad Veracruzana, como cuarto artículo presentamos, *Productividad en Garantías en la Plataforma*, por LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, TREJO-CRUZ, Alondra, RODRIGUEZ-MIRANDA, Gregorio y JUAREZ-SANTIAGO, Brenda, con adscripción en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Sistema basado en conocimiento para la predicción del clima para usos agrícolas</b> FUENTES-COVARRUBIAS, Ricardo, FUENTES-COVARRUBIAS, Andrés Gerardo, CORTES-QUIROZ, José Alfredo y DE JESUS-JUAREZ, Jonathan Gerardo <i>Universidad de Colima</i> <i>SBC Tecnologías SA de CV</i>	1-11
<b>Sistema de control de velocidad de sistema de expulsión de polvo por aire aplicado en la producción de arroz</b> SÁNCHEZ-CORONADO, Eduardo Mael, HERRERA-ARELLANO, María De los Ángeles, BAUTISTA-BAUTISTA, Alberto Nicolas y GALVÁN-CHÁVEZ, Jorge Moisés <i>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz</i>	12-18
<b>Diseño y Evaluación de un Objeto de Aprendizaje en el área de Informática con la metodología ADDIE</b> GAZCA-HERRERA, Luis Alejandro, OTERO-ESCOBAR, Alma Delia, SÁNCHEZ- HERNÁNDEZ, Guillermo Leonel y ZABALA-ARRIOLA, Omar <i>Universidad Veracruzana</i>	19-28
<b>Productividad en Garantías en la Plataforma</b> LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, TREJO-CRUZ, Alondra, RODRIGUEZ- MIRANDA, Gregorio y JUAREZ-SANTIAGO, Brenda <i>Universidad Tecnológica de San Juan del Río</i>	29-35

## Sistema basado en conocimiento para la predicción del clima para usos agrícolas

### Knowledge Based system for predicting climate for agriculture uses

FUENTES-COVARRUBIAS, Ricardo†\*, FUENTES-COVARRUBIAS, Andrés Gerardo, CORTES-QUIROZ, José Alfredo y DE JESUS-JUAREZ, Jonathan Gerardo

*Universidad de Colima, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
SBC Tecnologías SA de CV*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ricardo, Fuentes-Covarrubias* / ORC ID: 0000-0001-8915-1726, Researcher ID Thomson: B-4259-2014, CVU CONACYT ID: 204091

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Andrés Gerardo, Fuentes-Covarrubias* / ORC ID: 0000-0001-6804-6695, CVU CONACYT ID: 204093

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Alfredo, Cortes-Quiroz* / CVU CONACYT ID: 656313

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jonathan Gerardo, De Jesus-Juarez*

Recibido Junio 30, 2018; Aceptado Noviembre 30, 2018

#### Resumen

Se presentan los resultados de la primera etapa de un proyecto relacionado con el desarrollo de un sistema basado en conocimiento enfocado al pronóstico del clima para el sector agrícola, debido a que el clima es un factor importante capaz de determinar el éxito de sus actividades y producciones, con este sistema multiagente se pretende apoyar a dicho sector a la toma de decisiones preventivas y así poder responder a los cambios climáticos. Solo con ingresar el día, mes y seleccionar el pronóstico el sistema nos da el resultado más aproximado. Su interpretación de resultados es clara y fácil de visualizar mostrando solo los datos que necesitan, ya que su entorno gráfico es sencillo. Hoy en día el saber que clima habrá mañana o cualquier otro día es muy importante para desarrollar nuestras actividades habituales, ya que nos permitirá dependiendo del clima, definir que cosas podemos hacer y saber cómo reaccionar ante una situación de contingencia.

**Inteligencia/Artificial, Pronóstico del Clima, Sistema Experto**

#### Abstract

The results of the first phase of a project related to the development of a knowledge based system focused on the weather forecast for the agricultural sector are presented, due to the fact that weather is an important factor capable of determining the success of their activities and productions. The intention of this multi-agent system is to support said sector with taking preventive decisions, and then being able to respond to the weather changes. Just with entering the day, month, and selecting the forecast the system gives the most approximate result. Its interpretation of the results is clear and easy to visualize, showing only the required information since its graphic settings are simple. Nowadays knowing what weather there will be tomorrow or any other day is very important to develop our usual activities, since it will allow us depending on the climate, define what we can do and know how to react in a contingency situation.

**Artificial/Intelligence, Predicting Climate, Expert/System**

**Citación:** FUENTES-COVARRUBIAS, Ricardo, FUENTES-COVARRUBIAS, Andrés Gerardo, CORTES-QUIROZ, José Alfredo y DE JESUS-JUAREZ, Jonathan Gerardo. Sistema basado en conocimiento para la predicción del clima para usos agrícolas. Revista de Cómputo Aplicado. 2018, 2-8: 1-11.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En nuestros días los avances tecnológicos e investigaciones han hecho que, en este caso en particular sepamos más acerca del clima, tanto que ahora podemos pronosticar que sucederá en un día determinado, mediante registros de años pasados y saber el comportamiento del clima en fechas específicas.

A pesar de esto, existe un problema, no puede haber un experto humano en cada parte del mundo, por lo cual este sistema es creado para remediar este hecho; ya que evaluaciones realizadas a nuestro sistema han demostrado que cubre las necesidades suficientes para lo que fue creado, facilitando así, el acceso a tal información sin requerir de un climatólogo.

Hoy en día el saber que clima habrá mañana o cualquier otro día es muy importante para desarrollar nuestras actividades habituales, ya que nos permitirá dependiendo del clima que cosas podemos hacer y saber cómo reaccionar a tal situación.

La agricultura siendo el recurso más importante con el que cuenta el hombre, es una de las actividades humanas que más dependen del clima, los agricultores tienen que tomar un número de decisiones cruciales en el manejo del agua y tierra durante cada estación las cuales están basadas en las condiciones climáticas y algunas veces estas decisiones deben ser tomadas varias semanas por adelantado [1] “necesita contar con servicios meteorológicos eficaces para la adaptación y mitigación del cambio climático, que está haciendo aumentar la incidencia y gravedad de los fenómenos climatológicos extremos”, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

“El coste económico asociado a los desastres naturales, incluyendo los fenómenos climáticos extremos, se ha multiplicado por 14 en la agricultura desde la década de 1950”, advirtió Alexander Mueller, Director General Adjunto para Recursos Naturales de la FAO.

Numerosos casos de estudio han demostrado los beneficios de estrategias de adaptación localizadas, condicionadas por información climática fiable, para mejorar la producción de alimentos, los ingresos de los campesinos y la seguridad alimentaria mundial.

Por lo tanto, trabajar en la información y predicción meteorológica y climática es de vital importancia para los más de 2 500 millones de personas que basan su medio de vida en la agricultura y sus actividades asociadas [1].

## Estado del arte

Recopilar observaciones del tiempo, explicar el comportamiento de la atmosfera y pronosticar el viento y la lluvia son prácticas muy antiguas. Así, hasta el siglo XX, las personas interesadas de forma científica en el tiempo atmosférico realizaban tres actividades: una actividad empírica consistente en recopilar datos de observaciones y a partir de ellos intentar inferir algo, una actividad teórica dedicada a explicar los fenómenos atmosféricos basándose en leyes generales, y una actividad práctica de predicción del tiempo. Naturalmente, estas actividades siempre han estado relacionadas entre sí y el término meteorología se ha utilizado para las tres prácticas mencionadas [2].

Desde la predicción meteorológica hasta la investigación sobre la contaminación del aire, pasando por el cambio climático, los estudios del agotamiento de la capa de ozono y la predicción de las tormentas tropicales, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) coordina la actividad científica mundial para que la información meteorológica, y otros servicios lleguen con rapidez y precisión cada vez mayores al público, al usuario privado y comercial, a la navegación aérea y marítima internacional. Dichas actividades de la OMM contribuyen a la seguridad de vidas y bienes, al desarrollo socioeconómico de las naciones y a la protección del medio ambiente [3].

Para emitir predicciones climáticas es necesario obtener datos de todo el mundo. Si no hubiera OMM, las naciones del mundo tendrían que concertar acuerdos entre sí para asegurar el intercambio y disponibilidad de datos con objeto de atender a sus necesidades nacionales, por ejemplo, las predicciones y servicios especiales destinados a distintos sectores económicos como la agricultura siguen una norma internacional para todos los países afiliados a la ONU, en este caso, el Programa de Meteorología Agrícola, es un esfuerzo de la OMM para estandarizar buenas prácticas de producción agrícolas con desarrollo sustentable [4].



La información que los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) recopilan, administran y analizan, bajo los auspicios de la OMM y en colaboración con otras organizaciones y programas regionales e internacionales, ayuda a todas las comunidades a hacer frente a las condiciones climáticas presentes y futuras. La predicción e identificación de tendencias sobre el cambio climático son problemas que han sido atendidas por los profesionales del ramo; por otro lado, las tecnologías de la información juegan un papel importante para la automatización del proceso de recuperación y análisis de datos para propósitos de modelaje.

Otros sistemas similares se centran en el monitoreo de índices agroclimáticos con el fin de registrar y predecir los índices de humedad en cierta época del año como lo describe Bautista en [5]. En estos casos de estudio, las Variaciones climáticas en el mundo y su amplia distribución espacio - temporal han complicado la predicción de eventos extremos como sequías e inundaciones, así lo describen Sanchez- Cohen en [6]. Por lo anterior, no es de extrañar el uso de las técnicas de inteligencia artificial, tal como los sistemas expertos, en áreas como la agrometeorología, en cuyo caso el uso de índices climáticos en bases de datos para posterior análisis y modelado, son la base de los procesos de predicción y creación de series de tiempo, lo describe Amador en [7].

Otro enfoque de la predicción está basado en los análogos climáticos [8], esta técnica permite comparar entre proyecciones de climas futuros en lugares específicos y condiciones similares ya existentes con otros lugares en el mismo o en otro continente. El Centro Internacional de Agricultura Tropical ha desarrollado una herramienta software llamada "Herramienta de climas análogos" con el fin de efectuar predicciones con base a esta técnica.

### **Importancia del pronóstico en el sector agrícola**

Los servicios de observación, información y predicción del clima pueden ofrecer a las sociedades, los gobiernos y los sectores sensibles al clima las herramientas que les permitan determinar cuáles son los riesgos y los beneficios.

Pueden dotar a las comunidades de la información necesaria para afrontar con mayor eficacia las condiciones climáticas esperadas mediante la aplicación de las medidas de urgencia pertinentes [9].

Un pronóstico efectivo para granjeros apoyará la toma de decisiones que en última instancia mejorará el rendimiento a largo plazo de la empresa agrícola. La agricultura y sus industrias asociadas son las fuentes primarias de comida y el mayor sector de empleo en la mayoría de los países en desarrollo [10].

La producción agrícola es muy dependiente del tiempo, clima y la disponibilidad del agua, y es afectada negativamente por desastres relacionados con el tiempo y el clima. Por ejemplo, en muchos países en desarrollo donde la norma es la agricultura de temporal regada por lluvia, una buena estación lluviosa conlleva a una buena producción de los cultivos, una mejor seguridad alimenticia y una economía saludable [11]. Una falla en la presencia de lluvias y/o la ocurrencia de desastres naturales tales como inundaciones y sequías pueden llevar a un fracaso en las cosechas, inseguridad alimenticia, y un crecimiento económico nacional negativa [12].

La predicción de clima brinda alta prioridad para generar conocimientos más precisos acerca de los impactos del cambio climático, identificando a su vez las opciones de adaptación que se pueden poner al alcance de la población rural de escasos recursos. El CIAT es el centro líder del Programa de Investigación de CGIAR sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS, por sus siglas en inglés) [13].

### **Predicción del clima**

El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con recopilación de la información meteorológica durante un período de tiempo suficientemente largo. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente [14].

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente; a variaciones sistemáticas como el aumento de la radiación solar o las variaciones orbitales, pero, por otra existen fluctuaciones caóticas debidas a la interacción entre forzamientos, retroalimentaciones y moderadores.

El clima global requiere por lo tanto el estudio de otro tipo de variables llamados forzamientos externos. Para conocer cómo evoluciona el clima, hay que tener en cuenta la influencia de esos aspectos capaces de alterarlo drásticamente. La disponibilidad de datos completos sobre el estado del clima permitirá el proceso e interpretación de los datos para poder así generar predicciones relevantes y garantizar la información de manera oportuna [15].

### Parámetros climáticos

Para el estudio del clima local es necesario analizar los siguientes parámetros climáticos: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

Hay una serie de factores que pueden influir sobre estos elementos, como lo son:

**Latitud geográfica:** La latitud determina el grado de inclinación de los rayos del Sol y la diferencia de la duración del día y la noche. Cuanto más directamente incide la radiación solar, más calor aporta a la Tierra.

**Altitud:** La altitud de una región determina la delimitación de los pisos térmicos respectivos. A mayor altitud con respecto al nivel del mar, menor temperatura.

**Orientación del relieve:** el relieve es un modificante del clima se tener presente no solo la altura sino también su orientación con respecto a los rayos solares y a la dirección de los vientos. Las laderas de las montañas que reciben mayor insolación se llaman solana y las que reciben menos el sol se llaman de umbría

**Vientos predominantes:** los vientos dominantes (los vientos planetarios) también determina la existencia de dos tipos de vertientes: de barlovento y de sotavento. Lluve mucho más en las vertientes de barlovento porque el relieve da origen a las lluvias orográficas, al forzar al ascenso de las masas de aire húmedo.

**Corrientes oceánicas:** Las corrientes marinas o, con mayor propiedad, las corrientes oceánicas, se encargan de trasladar una enorme cantidad de energía en el sentido de los meridianos y explican en algunos casos, las anomalías climáticas más importantes del hemisferio Norte. Las corrientes frías también ejercen una poderosa influencia sobre el clima

**Continentalidad:** La proximidad del mar modera las temperaturas extremas y suele proporcionar más humedad en los casos en que los vientos procedan del mar hacia el continente. Las brisas marinas atenúan el calor durante el día y las terrestres limitan la irradiación nocturna

### Clasificación climática clásica

Describe los climas del mundo en función de su régimen de temperaturas y de precipitaciones:

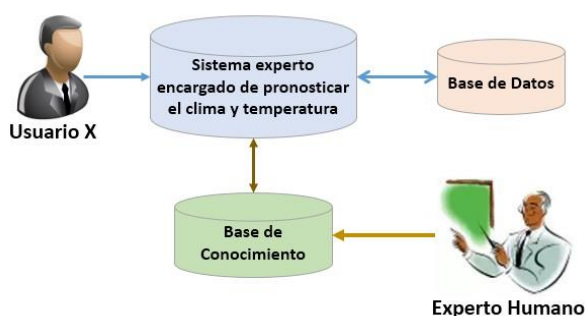
- **Clima árido:** precipitaciones escasas. Se produce gracias las cadenas montañosas y las corrientes marinas, estas últimas condensan la humedad y evitan la precipitación.
- **Clima intertropical:** las temperaturas fluctúan poco durante el año.
- **Clima mediterráneo:** caracterizado por veranos cálidos y secos, e inviernos húmedos y templados.
- **Clima alpino:** frío a causa de la altitud.
- **Clima continental:** característico de las regiones interiores. La variación de temperaturas entre estaciones puede ser muy grande.
- **Clima oceánico:** característico de las regiones de temperaturas templadas cercanas al mar. Precipitaciones a lo largo de todo el año y temperaturas que no varían mucho a lo largo del año.

- Clima polar: temperaturas generalmente bajo 0°C, escasas precipitaciones.

### Sistemas Basados En Conocimiento

Desde los inicios de la Inteligencia Artificial se ha tratado de conseguir que los ordenadores razonen de forma similar como los hacen los humanos. Los primeros sistemas que trataban de conseguirlo se denominaron Sistemas Basados en Conocimiento (SBC) [16], también son llamados sistemas expertos por que emulan el comportamiento de un experto humano en un conocimiento en concreto y en ocasiones son usados por ellos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas dando así lugar a una mejora de la productividad del experto.

Un sistema experto es una rama de la Inteligencia Artificial y es aquel que imita las actividades de un humano para resolver problemas de distinta índole. También se dice que un sistema experto se basa en el conocimiento declarativo (hechos sobre objetos, situaciones) y el conocimiento de control (información sobre el seguimiento de una acción). A continuación, la figura 1 representa de manera gráfica el funcionamiento de nuestro sistema las principales ideas de cómo se interactúa un usuario con nuestro sistema experto.



**Figura 1** Interacción del usuario con el Sistema experto  
Fuente: Análisis del sistema

Para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, los usuarios deben de interactuar de una forma fácil, reuniendo dos capacidades para poder cumplirlo.

Base del conocimiento: se deben realizar siguiendo ciertas reglas o pasos comprensibles de manera que se pueda generar la explicación para cada una de estas reglas, que a la vez se basan en hechos.

Adquisición de nuevos conocimientos: son mecanismos de razonamiento que sirven para modificar los conocimientos anteriores. Con base en lo anterior se puede decir que los sistemas expertos son el producto de investigaciones en el campo de la inteligencia artificial ya que esta no intenta sustituir a los expertos humanos, sino que se desea ayudarlos a realizar con más rapidez y eficacia todas las tareas que realiza con menor dificultad. Es por eso que en la actualidad juega un papel preponderante los sistemas expertos.

Un sistema experto está conformado por:

- Base del conocimiento (BC): Contiene conocimiento modelado extraído del diálogo con el experto.
- Base de hechos: contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante el análisis.
- Motor de inferencia: Modela el proceso de razonamiento humano.
- Módulos de justificación: Explica el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una conclusión.
- Interfaz de usuario: es la interacción entre el SE y el usuario, y se realiza mediante el lenguaje natural.

Principalmente existen tres tipos de sistemas expertos:

- Basados en reglas: Aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación
- Basados en casos o CBR (Case Based Reasoning): Aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.
- Basados en redes bayesianas: Aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.

## Agentes inteligentes

Un agente es todo aquello que puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde y actúa en tal ambiente por medio de efectores [17]. Los elementos que conforman un agente inteligente son: su arquitectura, la cual delimita su actuación y un programa de computadora el cual le dará al agente la capacidad de interactuar con el medio ambiente para llevar a cabo las acciones que determinaran su desempeño.

En lo que respecta al software utilizado por el agente, invariablemente deberá tener integrada una base de conocimiento que contenga la secuencia de actividades para llevar a cabo las distintas acciones motivadas por cada una de las percepciones recibidas del medio ambiente; esto indica claramente la necesidad de dotar al agente de un nivel de autonomía derivada del uso de sus percepciones para “monitorear” constantemente al medio ambiente y comparar las condiciones imperantes con las condiciones almacenadas en su base de conocimiento y hacer los ajustes correspondientes, es decir se puede hablar de adquirir experiencias en la misma forma en la que lo hace un ser humano.

## Desarrollos y resultados

El sistema para que pueda funcionar de una manera confiable, debe de tener una base de conocimiento muy amplia y datos que sean útiles de los meses y años anteriores. La base de conocimiento y la base de datos está avalada por datos certificados del Sistema Nacional de Meteorología (<http://smn.cna.gob.mx>) [14] y datos que nos proporcionó el Centro Universitario de Ciencias del Ambiente (CUICA) de la Universidad de Colima para extender y detallar la información.

Mediante toda esta información recabada podemos hacer un pronóstico más acertado, gracias a que tenemos diferentes fuentes de información con el cual podemos hacer comparaciones de las diferentes tablas de datos sobre el clima. En la figura 2, se muestran los diferentes datos que nos proporcionó nuestro experto humano. Es sobre la temperatura máxima de las principales ciudades del país (Período 1980-2004). Sólo se capturaron los datos que son importantes para la base de datos, en este caso el estado de Colima.

Temperatura maxima promedio estatal													
Periodo 1980-2004													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Aguascalientes	21.5	23.2	26.5	20.4	30.0	29.2	26.9	26.3	25.9	25.6	24.3	22.4	25.9
Baja California	19.7	21.0	22.1	24.6	27.0	31.1	33.9	33.9	31.9	28.1	23.3	20.2	25.4
Baja California Su	23.8	25.0	26.5	28.6	20.8	32.4	34.6	34.8	34.0	31.6	27.8	24.7	29.5
Campeche	29.6	30.9	33.3	25.1	35.9	34.3	33.6	33.6	33.0	31.9	30.9	29.9	32.8
Coahuila	19.5	21.8	26.0	29.5	32.4	34.2	34.1	33.7	31.6	26.3	24.1	19.9	27.9
Colima	31.3	31.9	32.4	33.3	33.9	33.5	32.9	32.6	32.1	32.4	32.3	31.4	32.5
Chiapas	27.9	28.9	31.3	32.4	32.9	31.1	30.5	38.6	30.1	29.3	28.6	27.9	30.1
Chihuahua	17.3	10.5	22.8	26.4	30.1	33.2	31.7	30.4	20.6	25.9	21.4	10.1	25.4
Distrito Federal	20.3	21.5	24.0	24.8	24.8	23.1	21.7	21.8	21.3	21.4	20.8	20.1	22.1
Durango	21.1	22.0	26.4	20.2	30.6	31.4	20.2	20.6	27.6	26.6	24.2	21.6	26.4
Guanajuato	22.4	24.0	26.7	28.9	30.0	28.1	25.1	25.1	25.4	24.9	24.2	22.8	25.8
Guerrero	30.6	31.5	32.8	33.9	34.0	32.0	30.8	30.7	30.2	30.7	30.9	30.6	31.6
Hidalgo	21.3	22.9	26.1	27.7	29.1	26.3	25.1	25.3	24.5	23.6	22.8	21.7	24.6
Jalisco	26.1	27.5	29.7	31.7	32.8	31.3	28.8	28.8	28.5	28.6	27.6	26.3	29.9
Estado de Mexico	20.9	22.0	24.1	25.5	25.5	22.5	22.1	22.3	21.9	22.1	21.9	21.1	22.7
Michoacan	27.7	26.9	30.9	32.6	33.0	30.8	28.8	28.7	28.4	28.8	28.7	27.9	29.6
Morelos	26.6	20.1	30.4	31.9	31.7	20.2	27.3	27.4	26.9	27.1	27.2	26.7	20.4
Nayarit	28.2	29.4	31.0	32.8	34.0	33.8	32.2	31.9	31.7	31.8	30.9	28.5	31.4
Nuevo Leon	20.4	22.7	26.6	20.5	31.9	33.0	33.5	33.3	30.9	27.9	24.3	21.1	27.9
Oaxaca	27.2	28.0	30.0	31.3	31.4	29.5	28.7	28.7	28.2	28.1	27.7	27.2	28.8
Puebla	23.5	24.9	27.3	28.8	29.1	27.3	26.0	26.3	25.6	25.5	24.7	23.7	26.1
Queretaro	23.0	24.6	27.7	29.8	30.3	28.4	26.8	27.0	26.1	25.4	24.4	23.4	25.4
Quintana Roo	29.2	29.8	31.5	32.7	33.7	33.1	33.1	33.1	32.6	31.7	30.5	29.3	31.7
San Luis Potosi	22.1	24.2	27.5	29.9	31.1	30.3	29.9	29.1	27.9	26.5	24.9	22.9	27.1
Sinaloa	27.2	28.8	30.2	32.4	34.3	35.4	34.7	34.0	33.8	33.4	30.7	28.1	31.9
Sonora	21.7	23.6	25.4	29.1	32.9	36.9	36.6	35.9	34.9	31.2	25.9	21.9	23.7
Tabasco	27.8	28.9	32.1	34.1	35.5	34.0	33.5	33.6	32.8	31.1	29.7	28.1	31.8
Tamaulipas	21.9	24.5	20.4	31.4	32.9	34.0	34.2	34.4	32.4	20.6	26.3	23.2	20.4
Tlaxcala	20.6	31.9	24.0	24.9	24.8	23.2	22.1	22.2	21.8	22.1	21.8	21.1	22.5
Veracruz	24.5	25.7	20.0	31.3	32.9	31.9	30.7	30.8	30.2	20.7	26.9	25.1	29.0
Yucatan	27.7	30.6	32.9	34.7	35.5	34.4	33.9	34.0	33.3	32.1	31.0	30.0	32.7
Zacatecas	21.0	23.0	25.7	26.2	30.3	29.9	27.7	27.3	26.4	25.7	24.1	21.7	25.9
Nacional	23.1	25	27.3	30	32	32.4	31.7	31	30	29	26	24	28.3

Figura 2 Temperaturas máximas (Período 1980-2004)

Fuente: Comisión Nacional del Agua

En la figura 3, se muestran los diferentes datos que obtuvimos de nuestro experto humano. Esta gráfica es sobre la temperatura media de las principales ciudades del país (período 1980-2004); solo se capturaron los datos que son importantes para la base de datos, en este caso el estado de Colima. Asimismo, en la figura 4, se muestran los diferentes datos que obtuvimos de nuestro experto humano. En ella se muestra la temperatura mínima de las principales ciudades del país (período 1980-2004); Sólo se capturaron los datos que son importantes para la base de datos, en este caso el estado de Colima.

Temperatura media estatal												
Periodo 1980-2004												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aguascalientes	12.4	13.6	16.3	19.6	20.7	21.2	19.9	19.6	19.9	17.5	15.1	13.3
Baja California	12.3	13.5	14.5	16.5	18.8	22.4	25.7	26.0	23.9	19.9	15.5	12.8
Baja California Su	16.2	17.0	19.2	20.1	21.4	24.1	27.0	27.5	26.8	23.8	20.0	17.1
Campeche	22.7	23.5	25.5	27.4	29.4	27.7	27.1	27.1	29.8	25.8	24.2	23.2
Coahuila	11.6	13.5	17.1	20.7	24.1	26.2	20.5	26.3	24.2	20.5	15.8	12.2
Colima	23.0	23.2	23.6	24.7	26.2	27.2	26.9	28.7	26.4	26.2	25.2	23.9
Chiapas	21.6	22.3	24.2	25.5	26.3	25.5	25.0	25.0	24.8	24.1	23.0	21.9
Chihuahua	9.4	10.1	13.0	16.7	20.4	24.1	24.1	23.1	21.1	17.0	12.1	9.0
Distrito Federal	12.4	13.5	15.8	17.0	17.5	16.9	15.9	16.0	15.8	15.1	13.7	17.7
Durango	12.0	13.2	15.4	19.3	20.9	22.9	22.0	21.5	20.6	19.2	14.9	12.6
Guanajuato	13.9	15.1	17.5	19.8	21.3	20.8	19.6	19.5	18.9	17.5	15.9	14.5
Guerrero	23.1	23.8	25.0	26.3	27.0	26.1	25.2	25.1	24.8	24.8	24.2	23.4
Hidalgo	13.6	14.7	17.6	19.5	20.5	19.8	19.0	19.1	19.5	17.1	15.5	14.4
Jalisco	17.1	18.0	19.8	21.9	23.6	23.9	22.7	22.6	22.3	21.4	19.4	17.8
Estado de Mexico	12.4	13.3	15.1	16.9	17.5	16.3	16.1	16.1	15.8	15.1	13.8	12.9
Michoacan	19.4	20.2	21.8	23.6	24.8	24.3	23.0	22.9	22.6	22.3	21.1	19.9
Morelos	19.2	19.4	21.4	23.3	23.8	22.7	21.3	21.3	21.0	20.4	19.5	19.5
Nayarit	20.4	20.8	22.0	23.8	25.5	27.1	20.4	20.3	20.2	25.5	23.4	21.1
Nuevo Leon	13.0	15.0	19.5	21.6	24.4	25.0	26.3	26.1	24.2	21.0	17.1	13.9
Oaxaca	20.2	20.8	22.5	24.0	24.5	23.7	23.1	23.0	22.8	22.3	21.4	20.5
Puebla	15.4	16.5	19.8	20.5	21.4	20.6	19.6	19.6	19.4	19.5	17.1	15.9
Queretaro	14.7	15.9	18.5	20.9	22.1	21.2	20.3	20.3	19.5	18.3	16.7	15.4
Quintana Roo	23.2	23.5	25.0	26.4	27.5	27.6	27.4	27.4	27.1	26.2	24.6	23.6
San Luis Potosi	14.4	15.8	19.6	21.1	22.9	23.0	22.1	22.1	21.3	19.4	17.1	15.2
Sinaloa	16.9	19.8	20.9	22.9	25.2	28.1	28.5	29.0	27.8	26.1	22.5	19.9
Sonora	13.3	14.7	16.3	19.4	23.0	17.5	23.2	29.7	27.1	22.5	17.0	13.5
Tabasco	23.0	23.5	26.1	27.9	29.2	28.4	28.0	28.0	27.7	26.5	25.0	23.3
Tamaulipas	15.4	17.5	21.2	24.4	26.6	27.8	27.9	29.0	26.4	23.5	20.0	19.9
Tlaxcala	11.3	12.4	14.3	15.5	15.2	15.9	15.0	15.0	14.8	14.1	12.9	11.9
Veracruz	19.4	20.2	23.0	25.3	26.3	26.9	26.5	25.7	25.7	25.3	23.0	20.2
Yucatan	22.9	23.4	25.4	27.1	28.2	28.0	27.5	27.5	27.2	26.1	24.6	23.5
Zacatecas	12.0	13.5	15.9	19.4	20.9	21.5	20.3	20.0	19.2	17.4	14.9	12.9
Nacional	15.2	17	16.7	21	24	24.3	24.8	25	24	21	20	16

Figura 3 Temperaturas medias (Período 1980-2004)

Fuente: Comisión Nacional del Agua



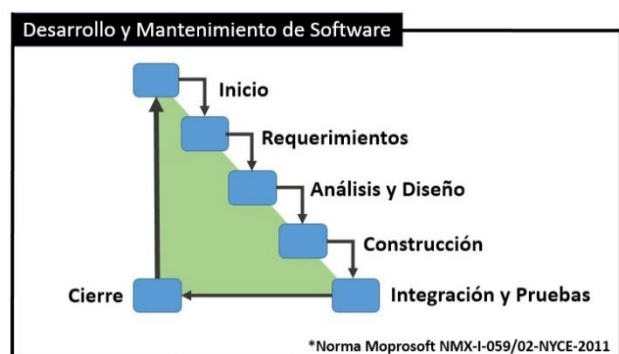
Temperatura mínima estatal	Período 1980-2004												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Aguascalientes	3.2	4.1	6.2	8.8	11.3	13.0	12.6	12.0	12.0	9.3	5.3	4.1	8.5
Baja California	5.0	5.9	6.9	9.4	10.6	13.0	17.5	19.1	15.0	11.7	7.6	6.3	10.6
Baja California Su	8.5	9.0	9.9	11.5	13.1	15.8	19.4	20.3	19.6	16.2	12.1	9.6	13.7
Campeche	16.9	16.2	17.0	19.6	20.0	21.1	20.6	20.6	20.7	19.7	17.9	16.6	10.0
Coahuila	3.7	5.1	9.3	12.0	15.7	19.2	19.0	19.9	16.9	12.6	7.6	4.5	11.9
Colima	14.8	14.6	14.8	16.2	18.2	21.1	21.1	20.8	20.7	20.1	18.1	16.3	18.1
Chiapas	16.3	15.9	17.1	19.8	19.0	19.9	19.4	19.4	19.6	19.9	17.4	16.0	19.1
Chihuahua	-0.6	0.7	3.4	7.0	10.7	15.0	16.5	15.7	13.6	8.3	2.8	-0.1	7.8
Distrito Federal	4.5	5.4	7.7	9.3	10.3	10.7	10.1	10.0	10.2	9.9	6.5	6.4	0.3
Durango	2.8	3.5	5.5	8.3	11.3	14.3	14.8	14.5	13.6	9.9	5.6	3.5	9.0
Guanajuato	5.3	6.2	9.2	10.7	12.7	13.5	13.1	12.0	12.4	10.2	7.7	6.2	9.9
Guerrero	15.7	16.1	17.2	18.7	20.0	20.2	19.6	19.5	14.4	18.9	17.5	16.3	18.3
Hidalgo	5.9	8.6	9.0	11.3	12.0	13.3	12.9	12.0	12.5	10.7	8.3	7.0	10.3
Jalisco	8.2	8.5	9.9	12.1	14.5	16.6	16.5	16.3	16.1	14.2	10.9	9.2	12.7
Estado de Mexico	3.9	4.6	9.1	9.0	9.5	10.3	10.0	9.9	9.9	8.1	5.9	4.9	7.9
Michoacan	11.9	11.4	12.8	14.7	16.7	17.8	17.2	17.0	16.9	15.7	13.6	11.9	14.7
Morelos	9.9	10.6	12.4	14.7	15.9	16.2	15.3	15.1	15.2	13.6	11.7	10.3	13.4
Nayarit	12.6	12.3	12.1	14.9	17.2	20.4	20.8	20.9	20.7	19.2	15.0	19.7	16.8
Nuevo Leon	5.7	7.3	10.4	13.7	17.0	18.7	19.0	18.9	17.5	14.1	9.9	6.8	13.3
Oaxaca	12.2	12.8	15.0	16.7	17.9	17.9	17.5	17.4	17.4	16.4	15.0	13.9	16.0
Puebla	7.3	8.2	10.2	12.1	13.6	13.9	13.2	13.0	13.1	11.6	9.5	8.1	11.2
Queretaro	6.5	7.1	9.5	12.1	12.0	12.9	12.0	12.6	13.0	11.2	9.9	7.5	10.9
Quintana Roo	17.1	17.2	28.6	20.1	21.4	22.1	21.8	21.8	21.7	20.8	19.2	17.8	20.0
San Luis Potosi	6.6	7.5	9.8	12.4	14.9	15.6	15.9	15.2	14.6	12.3	9.4	7.6	11.9
Sinaloa	10.5	10.8	11.7	13.4	16.2	20.8	22.2	22.0	21.8	18.8	14.2	11.7	15.2
Sonora	4.9	5.9	7.2	9.7	13.1	19.1	21.7	21.5	19.4	13.7	0.2	6.1	12.4
Tabasco	18.1	18.2	20.1	21.7	22.8	22.8	22.4	22.5	22.6	21.8	20.2	18.5	21.0
Tamaulipas	9.9	10.6	14.0	17.3	20.2	21.6	21.7	21.6	20.5	17.3	13.6	10.6	19.5
Tlaxcala	1.9	2.9	4.6	6.2	7.5	8.5	7.9	7.7	7.9	6.1	3.9	2.8	5.7
Veracruz	14.3	14.9	17.0	19.2	21.0	21.2	20.7	20.6	20.4	19.9	19.9	15.3	19.4
Yucatan	18.0	16.2	18.0	19.5	20.9	21.5	21.1	21.0	21.1	23.0	19.2	16.9	19.2
Zacatecas	3.1	4.0	6.1	9.9	11.4	13.2	13.0	12.7	11.9	9.2	5.7	4.1	9.9
Nacional	7.5	9.3	10.2	13	15	17.4	18.2	18	17	14	10	8.2	13.1

**Figura 4** Temperaturas mínimas (Período 1980-2004)

Fuente: Comisión Nacional del Agua

## Metodología de desarrollo

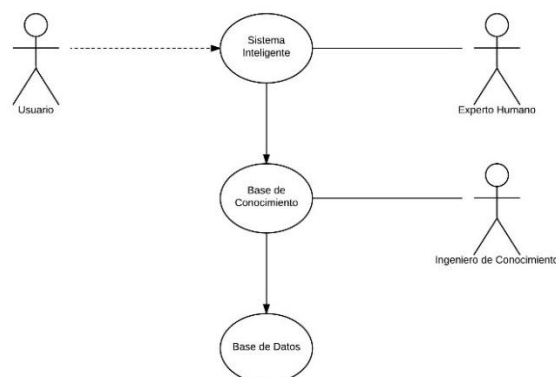
Para este propósito se utilizó la metodología en cascada para el ciclo de vida, esta es una metodología de programación que se utiliza mucho en el diseño de sistemas expertos, esta metodología contempla varias etapas las cuales van desde la especificación de requerimientos hasta el aseguramiento de la calidad, es de hacer notar que el desarrollo del software es acorde con la norma Moprosoft, la cual se ha implementado en México como un esfuerzo del gobierno federal para la generación de software de calidad. La figura 5 describe la categoría de proceso Operación, dentro de esta categoría el proceso Desarrollo y Mantenimiento de Software, establece y realiza las actividades correspondientes al ciclo de vida del software para dar cumplimiento a los objetivos de los proyectos y requerimientos especificados [18].


**Figura 5** Etapas del modelo de desarrollo según Moprosoft

Fuente: Moprosoft

Es de hacer notar que a diferencia de un sistema software tradicional, en la etapa de análisis y diseño se debe de tomar en cuenta el aspecto del análisis del conocimiento y dentro de ella la parte de extracción de conocimiento el cual se obtiene de entrevistas con especialistas en el área hacia la cual está enfocado en sistema y las rejillas de repertorio para la adquisición automática de conocimiento y posteriormente dicho conocimiento será clasificado e integrado a la base de conocimientos del sistema [19].

Para la etapa de codificación se utilizó el lenguaje Visual Prolog 7.2, es el lenguaje más recomendable para la elaboración de Sistemas Expertos, ya que maneja programación lógica y la estructura del software está basada en reglas. En la figura 6 se muestra el diagrama de casos de uso que es la manera gráfica de representar el funcionamiento del sistema, y como interactúa con los usuarios.


**Figura 6** Diagrama de casos de uso del Sistema Experto

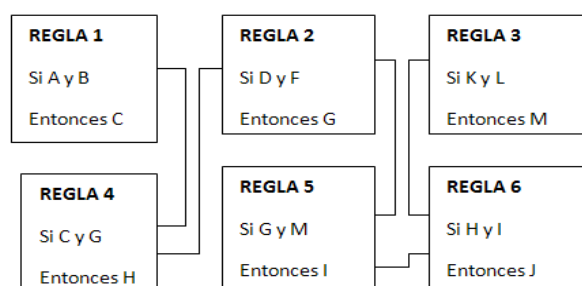
Fuente: Análisis del sistema

Después de una extensa investigación y algunas entrevistas con un experto humano especialista en la predicción del clima en Colima se generó una primera versión el cual es un sistema experto que se presentará a continuación y que en una segunda etapa se migrará a un sistema multiagente utilizando la estación meteorológica del Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente de la Universidad de Colima.

## La base de conocimientos

La base de conocimientos funciona como un objeto pasivo que almacena reglas a partir de las cuales se determina las causas de un mal funcionamiento del clima si este tiene como resultado algo que no coincide con la base de datos en la cual se encuentran los registros del monitoreo de los últimos 30 años para el caso de estudio del estado de Colima.

La representación de la base de conocimientos se da mediante el motor de inferencia que interactúa a partir de reglas causa-efecto con la base de datos y la base de conocimientos. El proceso de razonamiento se da a partir de un encadenamiento hacia delante, en el cual las premisas de las reglas que están en la base de conocimientos y se comparan con la memoria de trabajo. En ese sentido existe una serie de hechos (condiciones) para las que se debe de encontrar sus conclusiones (pronósticos) que se derivan de ellas como se muestra en la figura 7.



**Figura 7** Estructura de la base de conocimiento  
Fuente: Análisis del sistema

En sistemas cuyo propósito es el diagnóstico, es justificable utilizar un encadenamiento hacia delante, el cual se puede visualizar como un árbol de decisión con un recorrido en anchura de abajo hacia arriba, también se le denomina de razonamiento de abajo hacia arriba, porque se razona a partir de los hechos de un nivel más abajo a las conclusiones, las cuales se encuentran en el nivel más alto del árbol.

### Reglas de producción

Como forma fundamental de representación del conocimiento se utilizaron reglas de producción que representan la heurística del sistema, como ejemplo muestra a continuación el pseudocódigo de dos módulos:

Modulo situación de error obtener\_pronostico

Temperatura actual

Valor.legal [ $>$ "45" La temperatura es alta, humedad relativa superior a lo normal, con cielo soleado]: Diagnostico "No coincide con el rango de temperatura perteneciente a los datos"

Modulo obtener\_pronostico

Temperatura actual

Valor.legal [ $<$ "45" La temperatura es alta, humedad relativa normal, con cielo soleado]: Diagnostico "Coincide con el rango de temperatura perteneciente a los datos"

If obtener\_pronostico es  $>$ "23" or  $>$ "45"

Then

Hipótesis=Calculo de Pronostico,"El Pronostico del Clima es: 38.1°C, con el día despejado"

Para probar que una sola regla es una conclusión verdadera de varias reglas se utiliza el método de resolución con refutación. Lo anterior permite generar un conjunto de reglas a partir de indicadores conocidos como puede ser la temperatura actual, que aunque puede asumir cualquier valor, al compararlos con la tabla de datos, algunos de los valores indicados por el usuario se podrían asumir como no validos como por ejemplo que el valor sea "nevando" pues aunque en la región del volcán de Colima hay nevadas varios días el año, en la ciudad de Colima nunca ha nevado.

### Interface gráfica de usuario

El sistema se ha migrado a una plataforma de programación Web como lo es Visual Studio .Net ver. 10 incorporandole las nuevas tecnologías para Machine Learning como lo es ML.Net. En la pagina principal del sitio web en donde se alojará el proyecto en la dirección: [www.elclimamexico.com](http://www.elclimamexico.com) existe un apartado para visualizar el clima actual descargado de las estaciones meteorológicas que se han estado construyendo, y otro apartado para desplegar el pronostico del tiempo. En el apartado del pronostico, se da la opción de ver los datos archivados por periodo y en otro el pronostico. En la figura 8 que se muestra a continuación se ve la pantalla donde se describe lo anterior. El menú tiene la pestaña clima la cual contiene entre otras las opciones:

El clima: Datos meteorológico del estado de Colima en los últimos 30 años.

Pronostico meteorologico

Salir: Salir del programa.

El clima: comenzar el programa principal.



**Figura 8** Pantalla de inicio

Fuente: Diseño del sistema

La siguiente pantalla es parte del Sistema Experto y tiene tres secciones para interactuar (Véase en la figura 9): El usuario selecciona el mes que desea usar para el pronóstico o bien si así lo desea también puede ver el pronóstico anual para el estado de Colima, posteriormente selecciona el tipo de pronóstico ya sea temperatura máxima o mínima. Finalmente, oprime la opción Incluir Día de Hoy e ingresa la temperatura en el cuadro de texto.

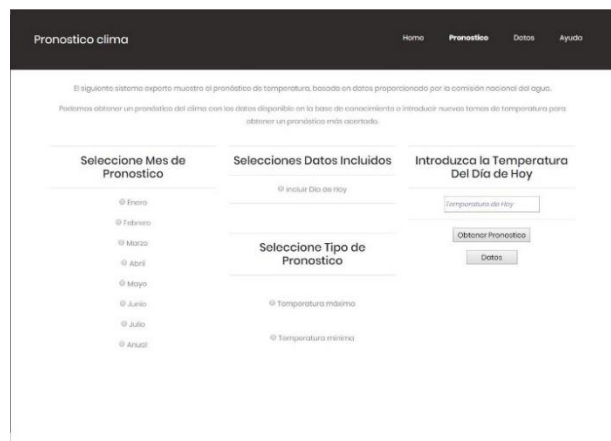


Figura 9 Sistema Experto  
Fuente: Diseño del sistema

Al presionar el botón Obtener Pronóstico el motor de inferencia realiza las búsquedas y los cálculos necesarios y en un cuadro de diálogo devuelve el pronóstico, como se ve en la figura 10.



Figura 10 Resultado del pronóstico para temperatura máxima  
Fuente: Diseño del sistema

Para hacer otro pronóstico simplemente se elige aceptar y nos regresa a la pantalla del sistema pronosticador. El programa está protegido para que no acepte temperaturas que no sean posibles en el estado de Colima. Al ingresar una temperatura incorrecta, el programa en un cuadro de diálogo devuelve el mensaje de error y sugiere consultar la hoja de datos meteorológicos del estado de Colima, como se muestra en la figura 11 en donde se incluyó una temperatura de -3 grados Celsius la cual es improbable.

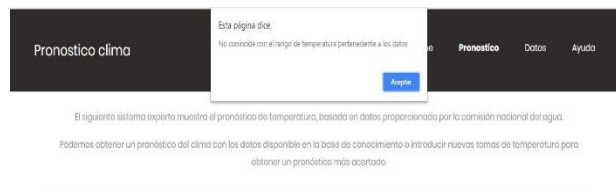


Figura 11 Rango no aceptado de temperaturas.  
Fuente: Diseño del sistema

Para consultar la hoja de datos meteorológicos de Colima se pulsa el botón ver datos o la opción menú clima -> datos. La figura 12 a continuación muestra la consulta de los datos.

UNIDAD DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL  
NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1961-1990

ESTADO DE: COLIMA  
STACION: 0006040 COLIMA, COLIMA  
LATITUD: 19° 14' N  
LONGITUD: 103° 44' W

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
<b>TEMPERATURA MÁXIMA</b>										
ORMAL PROVISIONAL	30.6	31.0	31.8	32.8	33.3	32.7	31.6	31.4	30.7	31.6
MÁXIMA MENSUAL	33.5	33.8	33.8	34.6	36.0	34.8	33.2	33.3	32.2	
AÑO DE MÁXIMA	1989	1969	1990	1982	1990	1980	1982	1982	1982	1982
MÍNIMA MENSUAL	27.6	27.1	27.5	27.0	27.1	28.9	29.5	29.8	28.9	
AÑO DE MÍNIMA	1979	1978	1979	1978	1978	1978	1978	1975	1985	1984
AÑOS CON DATOS	25	25	22	23	24	23	23	25	25	
<b>TEMPERATURA MÍNIMA</b>										
ORMAL PROVISIONAL	15.2	15.0	15.6	16.9	18.9	21.0	20.7	20.4	20.3	19.7
MÍNIMA MENSUAL	13.8	13.3	12.5	15.1	16.1	18.7	19.4	19.2	19.2	
AÑO DE MÍNIMA	1981	1963	1986	1971	1988	1988	1985	1974	1985	
MÁXIMA MENSUAL	17.4	17.7	18.8	21.0	22.4	23.8	23.6	22.5	22.6	2
AÑO DE MÁXIMA	1983	1982	1982	1982	1982	1982	1982	1982	1982	1982
AÑOS CON DATOS	25	25	22	23	24	23	23	25	25	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>										
ORMAL PROVISIONAL	22.9	23.0	23.7	24.8	26.1	26.8	26.1	25.9	25.5	25.6
ER/QUINTIL 1		21.2	21.9	21.9	22.9	24.3	26.0	25.0	24.9	24.4
ER/QUINTIL 2		22.2	22.4	23.0	24.2	25.3	26.3	26.6	25.5	25.1
ER/QUINTIL 3		23.0	22.9	23.7	24.8	25.9	26.6	26.1	25.8	25.7
ER/QUINTIL 4		24.0	23.3	24.5	25.6	27.2	27.5	26.6	26.2	26.0
ER/QUINTIL 5		24.2	24.5	25.3	26.1	28.4	28.0	27.0	26.7	26.3
AÑOS CON DATOS	25	25	22	23	24	23	23	25	25	26
<b>RECIPITACION TOTAL</b>										
ORMAL ESTANDAR	25.8	2.4	6.8	1.0	12.4	133.5	239.4	209.5	191.6	77.9
MÁXIMA MENSUAL	275.6	18.5	169.2	12.3	165.9	268.3	553.1	352.8	310.3	295.2
AÑO DE MÁXIMA	1967	1978	1968	1985	1983	1978	1970	1982	1971	1968
ER/QUINTIL 1		0.0	0.0	0.0	0.0	89.6	371.4	441.5	112.5	32.9
ER/QUINTIL 2		0.0	0.0	0.0	0.0	115.0	201.2	183.2	169.5	50.0
ER/QUINTIL 3		5.7	1.2	0.0	0.0	156.5	235.8	221.9	212.4	64.0
ER/QUINTIL 4		25.5	5.5	0.0	0.0	4.6	187.0	282.8	280.5	273.0
ER/QUINTIL 5		275.6	18.5	169.2	12.3	165.9	268.3	553.1	352.8	310.3
AÑOS CON DATOS	28	22	26	19	28	21	28	28	24	30
<b>IAS PRECIPITACION APRECIABLE</b>										
ORMAL ESTANDAR	1.3	4	3	2	8	9.8	16.4	15.8	14.1	5.6
MÍNIMA MENSUAL	28	22	26	19	28	21	28	28	24	30
AÑOS CON DATOS	28	22	26	19	28	21	28	28	24	30
<b>VAPORACION TOTAL</b>										
ORMAL PROVISIONAL	5.0	5.6	6.5	7.1	7.2	5.8	5.0	4.8	4.5	4.7
MÍNIMA MENSUAL	22	21	20	21	20	18	18	21	21	23
AÑOS CON DATOS	22	21	20	21	20	18	18	21	21	23
<b>IAS CON TORMENTA ELECTRICA</b>										
ORMAL PROVISIONAL	.11	.00	.00	.00	.32	2.00	5.93	4.64	1.64	1.17
MÍNIMA MENSUAL	28	22	26	19	28	21	28	28	22	30
AÑOS CON DATOS	28	22	26	19	28	21	28	28	22	30
<b>IAS CON GRANIZO</b>										
ORMAL PROVISIONAL	.00	.00	.00	.00	.05	.07	.07	.05	.00	.00
MÍNIMA MENSUAL	28	22	26	19	28	21	28	28	21	30
AÑOS CON DATOS	28	22	26	19	28	21	28	28	21	30

Figura 12 Hoja de datos  
Fuente: Comisión Nacional del Agua

Esta hoja de datos fue la base para asignar los datos de pronóstico de clima al software desarrollado y en ella se muestra un extracto de los datos de los últimos 30 años en el estado de Colima que es nuestro caso de estudio.

**Conclusiones y trabajos futuros**

Este proyecto ha sido una gran experiencia para la formación de estudiantes de ingeniería, les ha permitido conocer un aspecto práctico de la inteligencia artificial pues se han vinculado desde la parte inicial relacionada con el conocimiento del estado del arte, las etapas del desarrollo de un sistema inteligente y su uso en un aspecto social que impacta en la economía de una región; los estudiantes vinculados al proyecto han conocido cada una de las etapas del sistema inteligente, como está conformado y que tipo de información debe ser depurada.



En su etapa inicial se utilizó como plataforma de desarrollo el lenguaje Visual Prolog ver. 7.2 el cual fue muy importante en la etapa de codificación, ya es un lenguaje de programación declarativo, con un enfoque que utiliza la lógica silogística siendo fundamental en el diseño del sistema de pronóstico del clima. Su ambiente de programación es el más funcional y el que mejor se adapta a las necesidades del proyecto.

Las interfaces del sistema tienen un entorno gráfico fáciles para su lectura y uso, los usuarios del sector agrícola que utilicen el sistema se verán beneficiados ya que el clima no será obstáculo para obtener mayor productividad, y les permitirá planificar y tomar decisiones, respecto a que cultivos conviene sembrar y en qué período sería más favorable.

En una segunda etapa del proyecto se ha migrado a una plataforma web centrada en Visual Studio .Net a la cual se le ha integrado el Framework ML.Net y se ha mejorado el módulo de sensórica y de circuitería electrónica del cual su descripción está fuera del alcance del presente trabajo y sus resultados se pretenden presentar en una siguiente entrega pues se trabaja en la calibración y prueba de instrumental y los resultados aún no son concluyentes, existen pero se han estado incorporando al módulo de software de aplicación descrito en este trabajo como módulos adicionales que conformarán un sistema multiagente y que contrmplan su integración en una terminal portátil y sus despliegues de información se muestran en la siguiente secuencia de imágenes de la 13 a la 14.

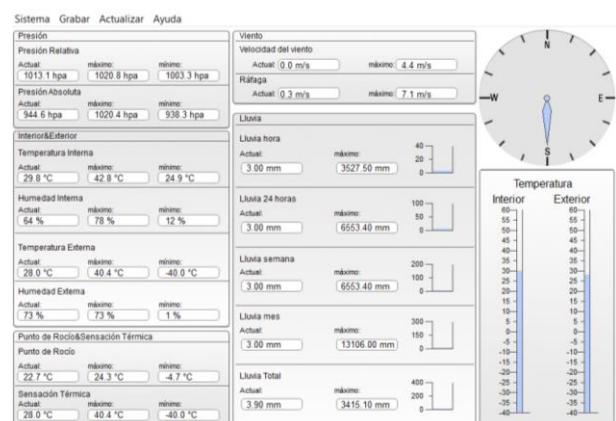


Figura 13 Muestreo en el centro de la ciudad de Colima  
Fuente: Diseño del sistema

No.	Fecha/Hora	Intervalo	Temperatura Inter...	Humedad Inter...	Temperatura Ext...	Humedad Ext...	Presión Relativa(h...	Presión Absoluta(h...	Velocidad del ve...
300	14/07/2018 11...	30	29.9	53	28.8	55	1015.6	1017.3	0.0
301	14/07/2018 12...	30	29.7	55	28.8	58	1015.8	1017.5	0.0
302	14/07/2018 12...	30	29.5	56	28.7	59	1016.2	1017.9	0.0
303	14/07/2018 01...	30	29.2	58	28.6	59	1016.2	1017.9	0.0
304	14/07/2018 01...	30	29.0	59	28.6	60	1016.2	1018.0	0.0
305	14/07/2018 02...	30	28.9	60	28.5	61	1016.4	1018.1	0.0
306	14/07/2018 02...	30	28.8	61	28.4	61	1016.5	1018.0	0.0
307	14/07/2018 03...	30	28.7	61	28.4	61	1016.3	1018.0	0.0
308	14/07/2018 03...	30	28.6	60	28.4	59	1016.5	1018.2	0.0
309	14/07/2018 04...	30	28.5	59	28.4	57	1016.4	1018.1	0.0
310	14/07/2018 04...	30	28.4	58	28.2	58	1016.2	1017.9	0.0
311	14/07/2018 05...	30	28.4	59	28.2	59	1016.2	1017.9	0.0
312	14/07/2018 05...	30	28.4	60	28.2	59	1016.1	1017.8	0.0
313	14/07/2018 06...	30	28.4	61	28.2	60	1016.6	1018.3	0.0
314	14/07/2018 06...	30	28.4	61	28.2	60	1016.8	1018.5	0.0
315	14/07/2018 07...	30	28.4	61	28.2	60	1017.1	1018.6	0.0
316	14/07/2018 07...	30	28.2	61	28.2	60	1017.1	1018.6	0.0
317	14/07/2018 08...	30	28.2	62	28.1	61	1017.2	1018.9	0.0
318	14/07/2018 08...	30	28.2	62	28.1	61	1017.2	1018.9	0.0
319	14/07/2018 09...	30	28.2	61	28.1	60	1017.6	1018.3	0.0
320	14/07/2018 09...	30	28.2	61	28.1	60	1017.7	1018.4	0.0
321	14/07/2018 10...	30	28.2	62	28.2	60	1018.0	1018.7	0.0
322	14/07/2018 10...	30	28.4	62	28.4	59	1018.2	1018.9	0.0
323	14/07/2018 11...	30	28.4	61	28.4	59	1018.4	1019.1	0.0
324	14/07/2018 11...	30	28.5	60	28.6	58	1018.2	1018.9	0.0
325	14/07/2018 12...	30	28.6	60	28.7	59	1017.7	1018.4	0.0
326	14/07/2018 12...	30	28.7	60	28.8	58	1017.7	1018.4	0.0
327	14/07/2018 01...	30	29.1	57	29.0	56	1017.7	1018.4	0.0
328	14/07/2018 01...	30	30.3	50	29.0	50	1016.0	1016.2	0.0
329	14/07/2018 02...	30	30.1	53	29.3	53	1016.8	1016.8	0.0
330	14/07/2018 02...	30	30.3	50	29.6	52	1016.5	1016.2	0.0
331	14/07/2018 03...	30	30.3	50	29.6	52	1016.5	1016.2	0.0
332	14/07/2018 03...	30	30.5	52	29.7	53	1015.9	1017.6	0.0
333	14/07/2018 03...	30	30.9	50	30.2	42	1015.5	1017.2	0.0
334	14/07/2018 04...	30	30.8	50	30.7	37	1016.2	1017.9	0.0
335	14/07/2018 04...	30	30.8	54	30.0	38	1016.1	1017.8	0.0
336	14/07/2018 05...	30	30.8	57	30.2	41	1016.0	1017.7	0.0
337	14/07/2018 05...	30	30.7	58	30.4	45	1015.7	1017.4	0.0
338	14/07/2018 06...	30	30.8	60	30.4	50	1015.7	1017.4	0.0
339	14/07/2018 06...	30	30.8	61	30.4	51	1015.8	1017.5	0.0
340	14/07/2018 07...	30	30.6	60	31.5	53	1014.4	1016.1	0.3
341	14/07/2018 07...	30	30.5	61	30.7	55	1014.4	1016.1	0.0

Figura 14 Datos recolectados con las mediciones de los sensores

Fuente: Repositorio del sistema

Es de hacer notar que se consiguió el aval de la Agencia Espacial Mexicana y se recibió apoyo económico por parte del Conacyt para concluir el proyecto y trabajar con datos más completos y en tiempo real los cuales se integrarán durante el año 2018 y ya se trabaja para su próxima publicación como se muestra en la figura 15 a continuación.



Figura 15 Vista del sitio de internet para la visualización del pronóstico del clima

Fuente: Diseño del sistema

Referencias

[1] FAO, «Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/news/story/es/item/29648/icode/>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].

[2] Lopez Alvarez Luis Alfonso, «La Predicción del tiempo a partir de modelos numéricos,» [En línea]. Available: <https://www.tiempo.com/ram/1536/la-prediccin-del-tiempo-a-partir-de-modelos-numricos>. [Último acceso: 17 Agosto 2018].

[3] OMM, «Agricultural Meteorology Programme (AgMP),» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/ag/AGMP/>. [Último acceso: 17 Agosto 2018].



- [4] ONU, «Organización Meteorológica Mundial,» [En línea]. Available: <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/organismos/onu/onuomm.htm>. [Último acceso: 23 Abril 2017].
- [5] Bautista, F.; Bautista-Hernandez, D.A.; Alvarez, O.; Anaya-Romero, M.; De la Rosa, D., «Software para identificar las tendencias de cambio climático a nivel local: un estudio de caso en Yucatán, México,» *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. 19, n° 1, pp. 81-90, 2013.
- [6] Sanchez-Cohen, I.; Oswald Spring, U., Velazquez-Valle, M. A., Diaz-Padilla G., & Guajardo-Panes, R. A., (2013). SOCIAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE, *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, XII(1) 26 -29. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsza.2012.06.024>
- [7] J. Amador, «Predicción agrometeorológica y agricultura en Boyacá,» *Cultura Científica, Fundación Universitaria Juan De Castellanos*, vol. 5, n° 1, pp. 21-23, 2012.
- [8] A. Mileo, «ANÁLOGOS CLIMÁTICOS: INVESTIGANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO,» [En línea]. Available: <http://www.sustentator.com/blog-es/2015/07/analogos-climaticos-investigando-el-cambio-climatico/>. [Último acceso: 16 Agosto 2018].
- [9] Comisión Nacional del Agua, México «Servicios Climáticos,» [En línea]. Available: <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/servicios-climaticos>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [10] OMM, «Anexo al Plan de ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos - Componente del Sistema de información de servicios climáticos,» [En línea]. Available: [http://www.gfcs-climate.org/sites/default/files/Components/Climate%20Services%20Information%20System/GFCS-ANNEXES-CSIS-VERSION-11-OCT-2013%20-14204\\_es\\_0.pdf](http://www.gfcs-climate.org/sites/default/files/Components/Climate%20Services%20Information%20System/GFCS-ANNEXES-CSIS-VERSION-11-OCT-2013%20-14204_es_0.pdf). [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [11] Landa, R.; Magaña, V.; Neri, C., «Variabilidad del clima y uso de la información climática,» de *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2008, pp. 15-16.
- [12] Landa, R.; Magaña, V.; Neri, C., «Relaciones clima-agricultura de temporal en Querétaro y Guanajuato,» de *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*, México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2008, pp. 39-43.
- [13] CIAT, «Investigación sobre el Cambio Climático,» Centro Internacional de Agricultura Tropical, [En línea]. Available: <https://ciat.cgiar.org/es/investigacion-sobre-el-cambio-climatico>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [14] CONAGUA, «Comisión Nacional del Agua de México,» [En línea]. Available: <http://smn.cna.gob.mx>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [15] Castro, L.M.; Carvajal, E.Y., «ANÁLISIS DE TENDENCIA Y HOMOGENEIDAD DE SERIES CLIMATOLÓGICAS,» *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, vol. 1, n° 9, pp. 15-25, 2010.
- [16] García Serrano Alberto, *Inteligencia Artificial. Fundamentos, practica y aplicaciones*. Madrid, España: Alfaomega, 2016.
- [17] Russell, S.; Norvig, P., *Inteligencia Artificial, un enfoque moderno*, México, D.F.: PRENTICE HALL/PEARSON, 2011.
- [18] NYSE, «Moprosoft,» [En línea]. Available: <https://www.nyce.org.mx/moprosoft-nyce/>. [Último acceso: 18 Agosto 2018].
- [19] George F. Luger., *Artificial Intelligence Structures and Strategies for complex problema solving Sixth Edition*, USA: Pearson Education, 2008.

## Sistema de control de velocidad de sistema de expulsión de polvo por aire aplicado en la producción de arroz

### Speed control system of air dust ejection system applied in rice production

SÁNCHEZ-CORONADO, Eduardo Mael†\*, HERRERA-ARELLANO, María De los Ángeles, BAUTISTA-BAUTISTA, Alberto Nicolas y GALVÁN-CHÁVEZ, Jorge Moisés

*Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Departamento de Mecatrónica, Av. Universidad 350, C.P. 94910, Cuitláhuac Veracruz, México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Eduardo Mael, Sánchez-Coronado* / ORC ID: 0000-0002-7593-4524, Researcher ID Thomson: H-1668-2018, arXiv Author ID: EduardoSanchez, CVU CONACYT ID: 308648

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *María de los Ángeles, Herrera-Arellano* / ORC ID: 0000-0001-8893-7882, Researcher ID Thomson: H-1779-2018, arXiv Author ID: Mariaherrera, CVU CONACYT ID: 630325

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Alberto Nicolas, Bautista-Bautista* / ORC ID: 0000-0002-7742-7200, Researcher ID Thomson: H-2039-2018, arXiv Author ID: alberto\_nicolas, CVU CONACYT ID: 662045

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jorge Moisés, Galván-Chávez* / ORC ID: 0000-0003-1739-2971, Researcher ID Thomson: H-6028-2018, arXiv Author ID: JorgeGalvan, CVU CONACYT ID: 482786

Recibido Junio 30, 2018; Aceptado Noviembre 30, 2018

#### Resumen

El presente artículo muestra un sistema de control en lazo cerrado de velocidad angular para un equipo de extracción de polvo por medio de aire con aplicación a una planta de producción de arroz. El sistema de control consiste en la aplicación de una estrategia de control lineal en regulación para establecer el volumen de extracción de partículas de acuerdo con la cantidad de polvo en suspensión en el aire que aparece durante la transportación del arroz en distintas áreas operativas industriales. Se utiliza un sistema de cómputo mínimo para la adquisición de señales basado en Arduino para controlar el sistema de extracción de polvo. La programación del sistema de cómputo mínimo se realiza a través de un lenguaje de programación y entorno integrado de código abierto. El sistema tiene el propósito de garantizar la calidad de aire con respecto a regulaciones laborales mexicanas de salud laboral. Los resultados se muestran a través de la experimentación de un prototipo a escala de laboratorio el cual puede ser construido a escala industrial.

#### Sistema de control, Microcomputadora, Monitoreo

#### Abstract

The article presents a system of control in closed loop of angular speed for an equipment of extraction of dust by means of air with application to a plant of production of rice. The control system consists of the application of a linear control strategy in regulation to establish the volume of extraction of particles according to the amount of dust in the air that appears during the transportation of rice in the different areas of industrial operation. A minimum computer system is used for the data-acquisition based on Arduino to control the dust extraction system. The programming of the minimum computer system is done through a programming language and an integrated open source environment. The system is designed to guarantee air quality with respect to Mexican labor health standards. The results are shown through the experimentation of a laboratory-scale prototype that can be built on an industrial scale.

#### Control system, Microcomputer, Monitoring

**Citación:** SÁNCHEZ-CORONADO, Eduardo Mael, HERRERA-ARELLANO, María De los Ángeles, BAUTISTA-BAUTISTA, Alberto Nicolas y GALVÁN-CHÁVEZ, Jorge Moisés. Sistema de control de velocidad de sistema de expulsión de polvo por aire aplicado en la producción de arroz. Revista de Cómputo Aplicado. 2018, 2-8: 12-18.

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: eduardo.sanchez@utcv.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En el sector industrial de rubro alimentario pueden ser encontradas empresas en donde el producto que comercializan tiene forma de grano, en particular, la producción del grano de arroz alimenticio involucra la recolección, transportación, manejo y almacenamiento, con ello se necesitan procedimientos, instrumentación, herramientas y espacios adecuados para el manejo del grano (Sharma, 2013). Comúnmente, dentro de aquella planta industrial en donde la materia prima posee forma de grano es concentrada en grandes volúmenes dentro de un espacio cerrado para su tratamiento (Deb, 2010).

La materia prima granulada a diferencia de la materia prima alimenticia de mayor dimensión volumétrica, en esta última es posible manipularla por pieza unitaria, en donde puede ser empleado algún mecanismo hidráulico, neumático o robótico evitando la necesidad de su alta concentración en espacios reducidos.

El procesado industrial del arroz inicia en los campos agrícolas desde su plantación para su posterior recolección, transporte y el procesado (Ajala, 2015) antes de llegar a su forma final para el consumidor, de esta manera el grano de arroz recolectado requiere de su tratamiento para la separación de partículas e impurezas, lo anterior involucra retirar las distintas cascaras que lo envuelven para poder obtenerlo en su forma de producto final apto para su consumo.

Para que el grano de arroz se transporte hacia las distintas etapas de su procesado como por ejemplo la del descascarillado es necesario hacerlo a través de bandas transportadoras (Thongsanit, 2015), puesto que las cascaras del grano son de bajo peso; el mínimo flujo de aire en el espacio productivo provocado de manera natural o artificial causa su dispersión en la atmosfera, en consecuencia genera la acumulación y saturación en el aire de las cascaras suspendidas, con ello las condiciones de seguridad, ambiental e higiénica para los trabajadores de la planta se convierte en un problema de riesgo laboral dentro de la empresa (Batsungnoen, 2011).

Un ambiente atmosférico saturado de partículas de polvo de arroz dificulta la visibilidad del área laboral, lo anterior puede el motivo de accidentes laborales a causa de caídas, choques con obstáculos, así como dificultad en localizar las salidas de emergencia en caso de contingencia donde se requiera la evacuación del área operativa, aunado a ello puede traer consigo afectaciones directas a la salud del trabajador relacionadas con enfermedades respiratorias, visuales y/o auditivas (Tripathi, 2015).

Hay distintos métodos en las arroceras para el manejo de las partículas saturadas en el ambiente en forma de polvo suspendidas en el aire, uno de ellos consiste en la extracción de partículas usando sistemas de extracción por aire (Ogbeide, 2015), lo anterior suele ser efectivo debido al bajo peso y volumen de las partículas de polvo desprendidas por los granos de arroz para su expulsión fuera del área operativa.

Los elementos principales de los sistemas de extracción de polvo son ventiladores, en donde las aspas están dispuestas en una determinada posición para generar una corriente de aire de succión, con ello captan y direccionan el polvo del arroz suspendido en el aire.

La operación de ventiladores debe ser permanente durante la operación de los sistemas de extracción, en consecuencia, debe ser considerado dentro del diseño el consumo eléctrico y su programa de mantenimiento con el fin de asegurar el correcto funcionamiento operativo del sistema.

Considerando lo anterior, para que la producción de arroz sea rentable se debe buscar que el costo del consumo eléctrico, así como los costos de mantenimiento del sistema de extracción de polvo sean aceptables, a causa de ello surge la necesidad de utilizar estrategias de control automático capaces de regular la operación eficiente de los equipos y/o sistemas. Diversos sistemas de control en lazo cerrado para la regulación de sistemas de extracción de aire de polvo se basan en estrategias "On-Off",

Con ello se demanda que el actuador opere algunas veces a su máxima capacidad aunque en ocasiones es innecesario, además, la activación del actuador se hace de forma conmutada una vez que la variable controlada o de salida ( $y(t)$ ) presenta una mínima diferencia en magnitud con respecto a la señal de referencia ( $r(t)$ ), además provoca un régimen de operación severo en los actuadores al pasar de inoperativos a operativos de manera cercanamente instantánea, por otra parte la demanda de energía eléctrica con esta manera de operación genera descompensaciones en el suministro eléctrico afectando a otros equipos (Abhyarthana, 2013) conectados.

Una alternativa a la estrategia de control “On-Off” es la del control “PID” (Proporcional Integral Derivativo), dicha estrategia de control es capaz de regular proporcionalmente la acción del actuador del sistema en lazo cerrado en forma proporcional a la dinámica del error ( $e(t)$ ), el error es producido por diferencia entre la señal de referencia y la salida de la planta, además, es útil conocer el modelo matemático de la planta para optimizar la elección de sus parámetros para una regulación efectiva (Barboza, 2017).

Con una estrategia “PID” el actuador opera en un régimen de trabajo único y estrictamente necesario al requerido para la corrección del error de salida de la planta, con ello, solo se requiere un consumo eléctrico acotado para que la variable controlada alcance la señal de referencia, así mismo la estrategia de control elimina la operación conmutada del actuador evitando su desgaste prematuro, con ello se reducen tiempos de paro de planta a causa de mantenimiento correctivo, lo anterior provoca la eliminación de pérdidas económicas así como un ahorro en la demanda de horas-hombre; además garantiza la consigna de volumen de producción de arroz propuesto al inicio del proceso.

A continuación, se presenta el diseño del sistema de control bajo una estrategia de control “PID” aplicable para la regulación de la velocidad angular de ventiladores en sistemas de extracción de polvo para la producción de arroz, la finalidad del sistema es mejorar las condiciones de operación, seguridad e higiene laboral, aunado a ello se pretende ejecutar una operación del sistema de manera sustentable y rentable para la planta de arroz.

El presente artículo se encuentra dividido por 3 secciones principales: en el Desarrollo se realiza una descripción física de la planta, así como de los parámetros de los componentes del sistema, además se aborda el desarrollo del sistema de control, por otra parte, en la sección de Resultados se presentan los datos presentados por la experimentación de sistema, finalmente en la última sección se presentan las Conclusiones obtenidas del trabajo.

## Desarrollo

### Planta

El sistema diseñado de experimentación a escala de prototipo consiste en una cámara cerrada cuyas dimensiones son de 1m de alto, 0.5m de alto y 0.3m de ancho, la cámara de pruebas está acondicionada con un sistema de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de 1 pulgada de diámetro, el sistema de tuberías es el encargado de ingresar y expulsar el polvo de arroz en suspensión que se haya dentro de la cámara de pruebas, con ello se pretende establecer un escenario productivo real dentro de una arrocera. La cámara de pruebas diseñada se muestra a continuación en la Figura 1.



**Figura 1** Cámara de prueba  
Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que el sistema de tuberías está conectado a un ventilador el cual incorpora un motor de corriente directa que se alimenta con una magnitud de 12V, la orientación de las aspas del ventilador (considerado como el actuador del sistema de control) están dispuestas para generar una corriente de aire de extracción.

Por otra parte, para realizar la medición de la concentración de polvo de arroz en suspensión dentro de la cámara se utiliza el sensor de polvo: GP2Y101AU0F, la finalidad del sensor consiste en proveer la información de la magnitud de la variable controlada en línea dentro del sistema de control.

El sensor mencionado anteriormente y de acuerdo con el fabricante puede alcanzar una sensibilidad de detección de polvo típica de  $0.5V/\frac{mg}{m^3}$ , de esta manera el sensor debe ser operado de forma ininterrumpida para medir la calidad del aire dentro de la cara de prueba.

La detección de polvo llevada a cabo por el sensor se realiza de manera óptica a través del fenómeno físico óptico de reflexión de luz, el fenómeno se realiza directamente sobre las partículas de polvo de arroz a través de un diodo emisor de infrarrojos (IRED) y un fototransistor.

La respuesta del sensor se basa conforme a la densidad y concentración de polvo dentro de una frecuencia de trabajo de  $10ms$ , es importante mencionar el consumo eléctrico de operación en términos corriente es bajo, siendo este de  $11mA$ . A continuación, en la Figura 2 se presenta una imagen del sensor GP2Y101AU0F utilizado.



**Figura 2** Sensor de polvo  
Fuente: Elaboración Propia

Como parte del diseño, también se incorpora un sistema de adquisición de las señales basado en una tarjeta Arduino UNO, se hace uso de entradas analógicas para registrar la respuesta del sensor, por otra parte, a través de los puertos de salida PWM (Modulación por Ancho de Pulso) se envía la señal de control hacia el motor del ventilador para regular la velocidad de extracción de polvo de arroz contenido dentro de la cámara de prueba.

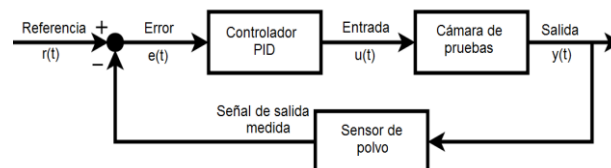
## Sistema de control Proporcional Integral Derivativo

El tipo de sistema de control propuesto es de lazo cerrado bajo una configuración por retroalimentación en modo de regulación, de esta manera se realiza una regulación de la velocidad de extracción de polvo de arroz a través de la operación y control del ventilador de la planta considerándose dicha variable dentro del sistema como la manipulada, por otra parte, la medición de la concentración de polvo en la cámara de prueba realizada por el sensor se considera como la variable controlada utilizando la unidad de medida:  $mg/m^3$ .

Dentro del sistema de control regulatorio el ventilador tiene la capacidad de variar su velocidad angular en todo momento durante su operación, su magnitud depende de la atmosfera de polvo de arroz concentrado dentro de la cámara de prueba, para ello la velocidad está determinada por la señal que determina y envía el controlador hacia el actuador, lo anterior se realiza de acuerdo a la magnitud de la señal de error generada por la diferencia entre la referencia y la salida dinámica del sistema, esto se define matemáticamente como:

$$e(t) = r(t) - y(t) \quad (1)$$

En la Figura 3 se presenta gráficamente de manera simplificada por bloques el sistema de control en lazo cerrado por retroalimentación desarrollado.



**Figura 3** Sistema de control PID en lazo cerrado  
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, como parámetro de referencia se toma en cuenta la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental para clasificar el nivel de calidad del aire atmosférico respiratorio, para ello a través de la Tabla 1 se establecen los criterios de la clasificación.

$mg/m^3$	Calidad del aire
0.06	Buena
0.12	Regular
0.22	Mala
0.31	Muy mala
mayor a 0.32	Extremadamente mala

**Tabla 1** Clasificación de la calidad del aire

Fuente: *Elaboración Propia*

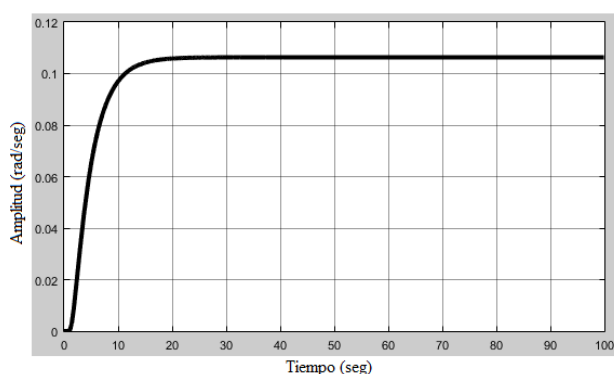
La información de la Tabla 1 permite establecer los parámetros de diseño de consigna del sistema de control para el sistema de extracción de polvo de arroz, con ello se establece el mantener dentro de la cámara de prueba una calidad de aire clasificada como “Buena” considerando una calidad “Regular” como una desviación severa en el sistema.

## Resultados

En base a la experimentación y a la caracterización con diferentes condiciones de operación del actuador es posible aproximar un modelo matemático lineal para conocer la dinámica natural del mismo, para ello el motor puede ser modelado a través de la siguiente función de transferencia:

$$G(s) = \frac{0.0084}{s^2 + 1.62s + 0.395} \quad (2)$$

Con ello, y una vez obtenido el modelo matemático se realiza una validación a través de la experimentación física con la finalidad de conocer la respuesta dinámica del motor, la validación consiste en verificar el funcionamiento del actuador en lazo abierto, es decir sin ningún sistema de control. A continuación, se presenta el Gráfico 1 en donde se muestra el resultado obtenido por la operación del actuador en lazo abierto.



**Gráfico 1** Dinámica del sistema en lazo abierto

Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez conocida la dinámica del sistema al obtener sus parámetros, así como su respuesta en lazo abierto, el sobreimpulso y el margen de fase ahora es necesario determinar las ganancias del controlador PID, dichas ganancias deben asegurar una respuesta dinámica suave de la planta ante desviaciones y perturbaciones de la variable controlada con respecto a la señal de referencia.

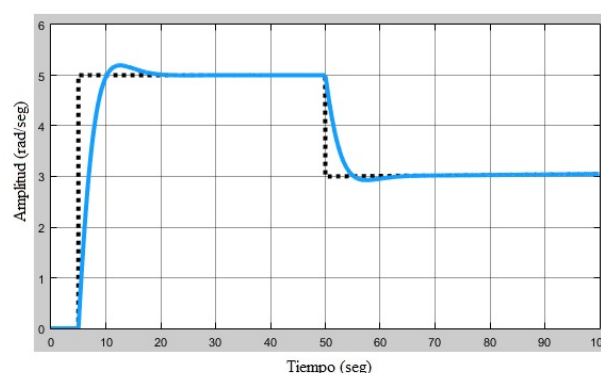
Para ello, es se lleva a cabo el cálculo de las ganancias del controlador, para este trabajo se utiliza el método de sintonización de controladores PID “Ziegler-Nichols”, de esta manera en la Tabla 2 se presentan los valores de las ganancias obtenidas.

Ganancias PID	Valor
Ganancia P ( $K_p$ )	88.1
Ganancia I ( $K_i$ )	30.4
Ganancia D ( $K_d$ )	46.6

**Tabla 2** Parámetros del controlador PID

Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez implementado el controlador PID con sus respectivas ganancias proporcional, integral y derivativa se procede a su experimentación para llevar a cabo su validación, para ello se establece una señal de referencia de tipo escalón en el sistema de control de lazo cerrado, para ello se demanda que la señal de referencia cambie en dos ocasiones con la finalidad de conocer la respuesta dinámica transitoria en regulación de la variable controlada, lo anterior se muestra a continuación en el Gráfico 2.



**Gráfico 2** Regulación de la variable controlada

Fuente: *Elaboración Propia*

Como se aprecia en el Gráfico 2 la línea segmentada corresponde al valor de la magnitud de la señal de referencia, esta última describe los cambios en magnitud que se mencionaron anteriormente.

Para ello en el instante de tiempo  $t = 5\text{seg}$  la señal toma un valor de  $r(t) = 5\text{rad/seg}$ , posteriormente en el instante  $t = 50\text{seg}$  toma un valor de  $r(t) = 3\text{rad/seg}$ , en el mismo gráfico, la línea continua muestra la respuesta dinámica en el tiempo de la variable controlada.

Como puede ser visto la variable controlada efectúa un adecuado seguimiento del valor de la señal de referencia con un tiempo de alcance corto, gracias a la adición de la ganancia integral del controlador se elimina el error en estado estacionario natural, aunado a ello el sistema presenta un ruido despreciable que aparece por la acción de ajustarse alrededor del valor de la magnitud de la señal de referencia.

Una vez sometiendo al sistema bajo diferentes escenarios de operación se determina que manteniendo el valor de la variable controlada entre valores de  $2.9\text{rad/seg}$  y  $5.2\text{rad/seg}$  es capaz de mantener dentro de la cámara de prueba una atmosfera con una baja concentración de polvo de arroz, que de acuerdo con la Tabla 1 corresponde a una calidad de aire establecida en "Buena".

## Conclusiones

El artículo mostró el diseño y los resultados obtenidos de un sistema de expulsión de polvo de arroz por aire que involucró la construcción de una planta a escala de prototipo acompañada del diseño de un sistema de control en lazo cerrado utilizando una estrategia PID.

El sistema demostró que una estrategia de control Proporcional Integral Derivativa al error genera un desempeño de control suave que evita poner a su máxima capacidad de funcionamiento el actuador, con ello el desgaste del actuador se reduce notablemente reduciendo la posibilidad de paros de planta de emergencia a causa de fallas abruptas en el actuador.

Con la estrategia de control diseñada el consumo eléctrico requerido por la acción del actuador y del sistema en general evita una alta demanda eléctricas, además con ello se tiene la ventaja de evitar sobrecorrientes y/o picos sobre la instalación eléctrica.

Es importante destacar que la sintonización del controlador para determinar las ganancias proporcional integral derivativa del controlador permitió que la respuesta dinámica de la variable controlada tenga una convergencia rápida al valor de referencia asignado, con la ventaja de añadir la ganancia integral para elimina el error en estado estacionario natural del sistema.

Con los resultados mostrados el sistema demuestra tener la capacidad de mantener condiciones ambientales óptimas para ser llevada a las arroceras en beneficio de salud y seguridad para los operadores, adicionalmente el sistema también efectuó una reducción acústica de operación al mantener al actuador únicamente a una velocidad necesaria y efectiva de trabajo. Así mismo, se deduce que ante la necesidad de desplazar el arroz en sus diferentes etapas del proceso este puede ser llevado a cabo de manera continua, con ello se descarta la necesidad de dejarlo en reposo para el asentamiento del polvo acelerando en el tiempo su producción.

Con lo anterior los operadores pueden llevar a cabo sus actividades sin ninguna demora, o sin exponerse a riesgos de seguridad laboral y de salud. Finalmente, para un trabajo futuro se toma en cuenta la consideración de llevar a cabo modelado matemático no lineal para proponer el diseño de una estrategia de control no lineal y cubrir con una dinámica de operación más amplia.

## Referencias

- Abhyarthana, B., & Umesh, P. (2013). Implementation of On/Off and PID controller using TCP protocol based on virtual instrumentation. *International Journal of Advanced Computer Research*, 3(1), 22-26.
- Ajala, A., & Gana, A. (2015). Analysis of challenges facing rice processing in Nigeria. *Journal of Food Processing*, 2015, 1-6.
- Barboza, J., Aguirre, L., Velázquez, D., & Nuñez, G. (2017). Diseño de un controlador para una celda de envasado modelada con Redes de Petri. *Revista de Prototipos Tecnológicos*, 3(10), 44-49.

Batsungnoen, K., & Kulworawanichpong, T. (2011). Effect of dust Pprticles in local rice mills on human respiratory system. *World Academy of Science, Engineering & Technology*, 80, 421-426.

CDMX, A. (s.f.). *Calidad del aire*. Obtenido de <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnmI=&dc=%27Yw==>

Deb, S. (2010). The grain management in Andhra Pradesh: Scope and reforms. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 65(2), 203-227.

Ogbeide, E. (2015). Design and construction of A dust extractor machine. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 2(10), 2765-2768.

Praveena, M., Clevin, R., Ghattargi, C., Dorle, A., & Lalitha, D. (2013). Effects of occupational dust exposure on the health status of Portland cement factory workers. *International Journal of Medicine and Public Health*, 3(3), 192-196.

Sharma, V., Giri, S., & Rai, S. (2013). Supply chain management of rice: A rice processing company's perspective. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 4(1), 25-36.

Singha, K., & Mishra, S. (2015). Sustainability of rice cultivation: A study of manipur. *Rice Research*, 4(1), 1-4.

Thongsanit, P., Aphaiphak, P., Ard-ong, R., & Kongsattra, M. (2015). The dust fall in the rice mill factory and community area. *International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering*, (págs. 14-16). Bali.

Tripathi, A., Singh, N., & Singh, R. (2015). Analysis of environmental factors in rice mill workers of Uttar Pradesh, India. *G - Journal of Environmental Science and*, 2(5), 77-80.



## Diseño y Evaluación de un Objeto de Aprendizaje en el área de Informática con la metodología ADDIE

### Design and Evaluation of a Learning Object in the area of Computing with the ADDIE methodology

GAZCA-HERRERA, Luis Alejandro†\*, OTERO-ESCOBAR, Alma Delia, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo Leonel y ZABALA-ARRIOLA, Omar

*Universidad Veracruzana*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Luis Alejandro, Gazca-Herrera* / ORC ID: 0000-0001-7637-2909, CVU CONACYT ID: 105089

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Alma Delia, Otero-Escobar* / ORC ID: 0000-0001-9266-6587, CVU CONACYT ID: 203484

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Guillermo Leonel, Sánchez-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-0607-9309, arXiv Author ID: gusanchez2668, CVU CONACYT ID: 64450ID

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Omar, Zabala-Arriola*

Recibido Agosto 20, 2018; Aceptado Noviembre 30, 2018

#### Resumen

En la actualidad el uso de recursos educativos digitales ha influenciado fuertemente como herramientas de apoyo de diversas modalidades educativas, modelos y ambientes educativos y propuestas de materiales didácticos que buscan fortalecer el aprendizaje de los estudiantes. Uno de estos recursos educativos son los objetos de aprendizaje (OA) del que estamos seguros que como herramientas de innovación educativa contribuye de manera efectiva al campo de la educación, esta investigación tiene como objetivo presentar los elementos necesarios para el diseño y evaluación de un OA lo que permite analizar los niveles de competencias de los estudiantes universitarios con respecto al conocimiento y práctica de la estructuras de datos pilas en el lenguaje de programación java con la finalidad de mejorar el rendimiento que desarrolla el estudiante durante el curso de Análisis de algoritmos. Existen diversas metodologías para el diseño instruccional de los OA, sin embargo para el diseño del objeto de aprendizaje en cuestión se llevó a cabo bajo la metodología ADDIE teniendo como contribución la implementación del OA, su evaluación y su validación para integrarse como parte de los recursos educativos de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana.

**Objetos de Aprendizaje, Programación, Educación**

#### Abstract

At present, the use of digital educational resources has strongly influenced as support tools of various educational modalities, models and educational environments and proposals for teaching materials that seek to strengthen student learning. One of these educational resources are learning objects (OA) of which we are sure that as tools of educational innovation contributes effectively to the field of education, this research aims to present the necessary elements for the design and evaluation of an OA which allows to analyze the levels of competences of university students with respect to the knowledge and practice of the data structures piles in the programming language java with the purpose of improving the performance that the student develops during the course of analysis of algorithms. There are different methodologies for the instructional design of the LOs, however for the design of the learning object in question it was carried out under the ADDIE methodology having as a contribution the implementation of LO, its evaluation and its validation to be integrated as part of the resources of the Degree in Administrative Computational Systems of the Universidad Veracruzana.

**Learning Objects, Programming, Education**

**Citación:** GAZCA-HERRERA, Luis Alejandro, OTERO-ESCOBAR, Alma Delia, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo Leonel y ZABALA-ARRIOLA, Omar. Diseño y Evaluación de un Objeto de Aprendizaje en el área de Informática con la metodología ADDIE. Revista de Cómputo Aplicado. 2018, 2-8: 19-28.

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: lgazca@uv.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El presente artículo presenta una investigación realizada sobre la metodología de Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE) empleada en el diseño instruccional y evaluación de un Objeto de Aprendizaje (OA), es importante destacar que en la actualidad los recursos educativos digitales con el uso de herramientas tecnológicas han impactado fuertemente en el surgimiento de diversas modalidades educativas, modelos y ambientes educativos y propuestas de diseño de materiales didácticos que mejoran los procesos de enseñanza – aprendizaje. En el ámbito de diseño de materiales didácticos se cuenta con el modelo ADDIE el cual es un método genérico tradicionalmente empleado por los diseñadores instruccionales y desarrolladores formativos (Brito 2008), es un modelo de diseño de sistemas de instrucción (ISD), consiste en 5 fases lo cual permite un marco sistemático, eficiente y efectivo para la producción de recursos educativos e instrucción.

Esta investigación presenta una propuesta para el diseño instruccional de un OA basado en la metodología de diseño instruccional ADDIE cuyo valor agregado que se propone y que se diferencia con respecto a otros modelos radica en el proceso de evaluación y en una estructura dividida en cinco elementos:

- a. El primero es el Análisis en el que se establece el proceso para definir lo que se debe de aprender y hacia que tipo de población se orienta el OA, para ello se debe identificar una problemática que se presenta en el aprendizaje de los estudiantes con el fin de evaluar las necesidades de su diseño y establecer las tareas que se llevarán a cabo para el diseño.
- b. El segundo elemento es el Diseño instruccional en el que se debe especificar cómo se debe aprender y para ello se deben establecer el objetivo del OA, planear la instrucción, el desarrollo de los temas, la identificación de los recursos digitales y la forma de evaluación.
- c. El tercer elemento es el Desarrollo donde se lleva a cabo la producción de los recursos educativos digitales que conforman al OA y en el que se crean los ambientes propicios para un aprendizaje significativo.

- d. El cuarto elemento es la Implementación en el que se integran las fases anteriores para transformar al OA en un proyecto en el contexto del mundo real, para ello se lleva a cabo una prueba piloto para identificar si el OA genera las competencias necesarias que se especifican en el objetivo instruccional; y finalmente el quinto elemento.
- e. Es el de la Evaluación en el que con base en la fase de implementación se determina si existe alguna adecuación del diseño instruccional, en la que incluye aspectos de interpretación de los resultados de la evaluación, la revisión de actividades y la aplicación de encuestas de satisfacción a los que concluyeron el estudio del OA.

Con base en la propuesta metodológica se pretende comprobar la hipótesis que los OA son una herramienta educativa que permite apoyar y mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) y específicamente se enfoca al diseño de un OA en una estructura de datos del área de la programación como son las pilas, para ello el documento comprende cinco apartados esenciales, el *marco referencial* en los que se sustenta la investigación, la *propuesta metodológica del diseño instruccional* en el que se mencionan las actividades del modelo ADDIE para el diseño instruccional, el apartado de *método* donde se hace referencia a las técnicas estadísticas utilizadas para la recolección de datos, el apartado de *resultados* donde se muestra lo concerniente a una evaluación pedagógica y tecnológica del OA y finalmente en las *conclusiones* donde se destaca las recomendaciones de la propuesta metodológica con base en la interpretación de los resultados.

## Marco Referencial

Vicente et. al. (2011) concibe al OA como un recurso digital, compuesto por objetos de información (tipos instruccionales, como, por ejemplo: ejercicios, ejemplos, preguntas, simulaciones, etc.) con objetivos educacionales, estos recursos educativos digitales apoyan a los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Los OA se encuentran almacenados en el mayor de los casos en repositorios los cuales han alcanzado un grado de desarrollo y diversificación considerable en la última década que los convierte en componentes centrales en el proceso de transformación de la educación superior (Rodés, Gewerc & Llamas 2015).

En el mismo sentido Cañizares, Febles, & Estrada (2012) nos dicen que tomando los elementos comunes en las definiciones, un OA es un recurso digital con una marcada intención formativa, compuesto por uno o varios objetos de información, descrito con metadatos y con un comportamiento secuenciado que asegure el correcto enlace entre los elementos de su estructura didáctica y que puede ser reutilizado en entornos e-learning.

Para CODAES (2015) un OA es la unidad mínima de contenido, capaz de propiciar un proceso de enseñanza-aprendizaje, teniendo como base el diseño instruccional. Un OA se organiza en base a una jerarquía composicional de niveles de granularidad que van desde los objetos multimedia y objetos de información (imágenes, video, textos planos, entre otros), hasta conjuntos de contenido educativo más complejos como secciones, unidades o módulos. Codaes (2015) menciona que la estructura de un OA permite construir contenidos educativos a partir de componentes o piezas que pueden ser ensambladas para el logro de los objetivos. Sus elementos básicos son:

**Objetivo de aprendizaje.** Describe lo que aprenderá el usuario del OA.

**Contenido.** Conjunto de saberes orientados al desarrollo de una competencia. Estos deben ser representados a través de medios audiovisuales y auditivos.

**Actividades de aprendizaje.** Propuestas de trabajo elaboradas con el fin de que sean desarrolladas por el usuario para adquirir o desarrollar una competencia, un conocimiento, destreza, actitud o valor con base en un contenido.

**Evaluación.** Conjunto de actividades que le permiten al usuario verificar a partir de evidencias el nivel de dominio alcanzado en el desarrollo de la competencia.

**Guía de actividades.** Se construye desde la visión y práctica del usuario, orientándole en el posible itinerario de aprendizaje, para el logro de los objetivos de aprendizaje. Este hecho supone que quien diseña, asuma el aprendizaje desde la situación específica (o perfil básico) del usuario al que va dirigido el OA, estableciendo los aspectos cualitativos y organizativos en relación con los contenidos y actividades a trabajar, así como también cuantificando el esfuerzo cognitivo, la dedicación personal y los recursos que se utilizarán a tal fin

**Metadatos.** Son los que facilitarán la búsqueda y selección de un objeto de aprendizaje a partir de la necesidad educativa del usuario. Algunos de ellos son: introducción, objetivo de aprendizaje, preguntas generadoras, créditos, derechos de autor, entre otros.

### **Propuesta de Metodología del Diseño Instruccional**

Es importante mencionar que todos los modelos para el diseño instruccional tienen una característica en común: se centran en la organización de un proceso de instrucción compuesto por fases, dentro de las cuales se desarrollan actividades o conjuntos de actividades que conforman procesos más específicos, enfocados al logro de un objetivo en particular (Laverde 2008).

La metodología de diseño instruccional para la producción del OA, “Estructura de datos Pilas”, para la asignatura de Análisis de Algoritmos de la licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana de la presente investigación fue ADDIE, Centeno (2016) citando a Schelge (1995) menciona que ADDIE comienza a ser conocido en la literatura desde 1995 sin embargo, su desarrollo inició durante la Segunda Guerra Mundial, en Estados Unidos, bajo el nombre de ISD (Instructional System Development) como un sistema de desarrollo instruccional para adiestrar al personal militar de entonces (Rossett, 1987). Centeno (2016) citando a Branch (2009) establece que esta metodología propone la realización de acciones en cada paso para el desarrollo de materiales instruccionales, educativos o para el logro de una meta.

Según este modelo, el primer paso, del Análisis, es el más crucial, ya que en este se fundamenta el diseño del proceso o siguiente paso. El Diseño debe proponer la solución a un problema o situación detectada en la fase del Análisis. En el Desarrollo se crean los materiales instruccionales necesarios identificados en la fase previa; la Implementación, para materiales instruccionales, implica enseñar con el propósito de satisfacer las necesidades identificadas. La Evaluación, cuando se crean materiales instruccionales para enseñar, se debe medir mediante evaluación formativa y sumativa (Centeno 2016).

Finalmente y como justificación a la implementación de esta metodología Alonso, Santander, Alanís, & Ramírez (2017) en su investigación identificaron las metodologías más utilizadas en el desarrollo de OA, para lo cual se eligieron 30 trabajos desarrollados por diversos autores, de los años 2011 al 2016, los resultados obtenidos establecen que, ADDIE ha servido de base para que el 23% de los autores lo utilicen en el diseño instruccional de los OA, siendo este el mayor resultado.



**Figura 1** Método ADDIE.

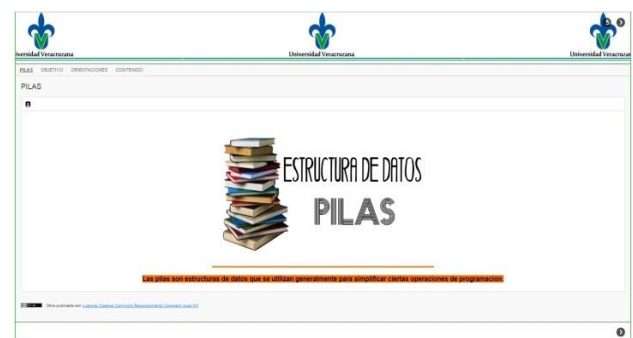
Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

Para el caso del OA “Estructura de datos Pilas”, y como lo establece la Metodología ADDIE, en primera instancia se llevó a cabo el análisis, haciendo un estudio del porqué de la necesidad de diseñar el OA en cuestión, y se llegó a la conclusión que dado el alto grado de reprobación de la asignatura de Algoritmos de acuerdo a datos proporcionados por la secretaría de la facultad se justifica su diseño, por tal motivo se requiere de herramientas adicionales que apoyen los procesos de enseñanza – aprendizaje, de ahí la pertinencia del diseño de un OA que apoye dicho proceso.

Una vez realizado el análisis identificando la necesidad y la población a la que va dirigido el OA, se pasó a la etapa de diseño en la cual se estableció por medio de un formato de diseño instruccional la solución al problema presentado, se formuló el objetivo instruccional el cual determinó las competencias que el estudiante puede adquirir y se enunciaron las actividades a realizar de los siguientes contenidos temáticos: definición, operaciones básicas, aplicación de pilas, implementación de código, información complementaria y la autoevaluación.

En la fase de desarrollo se utilizó como plataforma la herramienta eXelearning versión 2.1.2, coincidiendo con Alonso, Santander, Alanís, & Ramírez (2017) está se eligió utilizar para el desarrollo de los OA, porque es software libre, de código abierto y muy intuitivo en su manejo, el uso de las actividades interactivas, no interactivas, información no textual e información textual por medio del uso de los iDevices permite el crear recursos educativos digitales que favorecen los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Como complemento eXelearning se utilizó la herramienta para el diseño de animaciones PowToon para poder crear contenidos propios del OA y de los temas desarrollados, de igual forma se produjeron imágenes propias para contextualizar los temas. En la figura 2 se puede apreciar la interfaz del OA.



**Figura 2** Interfaz del OA

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

La figura 3 ejemplifica el concepto de lo que son las pilas haciendo uso de recursos digitales como son las imágenes y las animaciones.

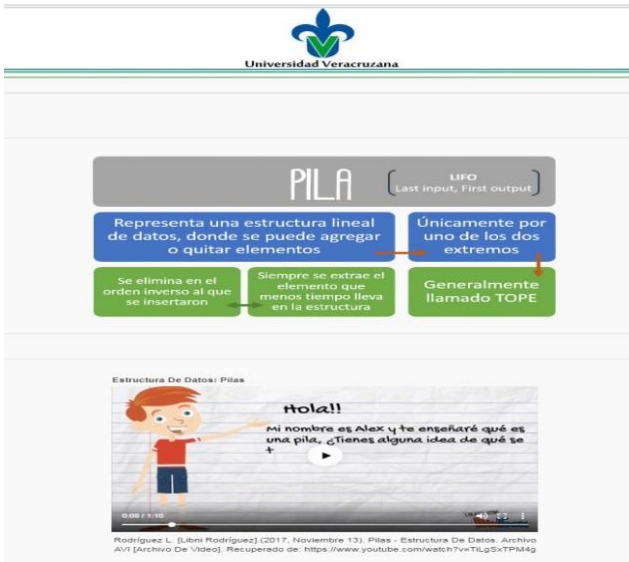


Figura 3 Ejemplo de recursos utilizados  
Fuente: Elaboración Propia (2018)

En la figura 4 se puede apreciar el código en lenguaje Java que se debe programar para el diseño de una pila, pretendiendo llevar a la práctica con este tipo de ejemplo cómo es que se debe llevar a cabo la programación de este tipo de estructura de datos.

```

IMPLEMENTACIÓN DE CÓDIGO

A continuación, se muestra la implementación del código basado en lenguaje Java lo que permite ver cómo funciona esta estructura de datos lineal.

import java.io.*;
class Pila {
    public static void main(String args[]) throws IOException {
        BufferedReader buffer = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        int tam, i, cont, n1, n2;
        System.out.println("----- B I E N V E N I D O -----");
        System.out.println("Estructura de Datos -- PILAS");
        System.out.println("Estructura de Datos -- PILAS");
        System.out.println("Estructura de Datos -- PILAS");
    }
}

cont=0;
//Asigna el tamaño del vector.
System.out.println("Tamaño de vector: ");
//Lanzador para el inicio de la lectura de los datos.
int[] v = new int[tam];
for(i=0; i< tam; i++) {
    System.out.println("Introduzca el número " + (i+1) + ": ");
    //Asigna los números ingresados en el vector
    v[i] = Integer.parseInt(buffer.readLine());
    cont++;
}
System.out.println("Números capturados: ");
for(i=0; i< tam; i++) {
    //Imprime en pantalla los números capturados
    System.out.println(" " + v[i]);
    //Imprime la eliminación de los números que ingresaron respectando la regla
    //de las pilas que es LIFO Last In - First Out.
    if(cont-1 >= 0)
        System.out.println("Lista modificada: ");
    for(i=0; i< tam; i++)
        if(v[i] != 0)
            //Imprime los números que fueron modificados.
            System.out.println(" " + v[i]);
    System.out.println("Hacer otra vez (S=1, No=0): ");
    n1 = Integer.parseInt(buffer.readLine());
    while(n1 != 1);
}
    
```

Figura 4 Ejemplo de recursos de código utilizados  
Fuente: Elaboración Propia (2018)

Como se puede apreciar en la etapa de desarrollo se utilizaron diversos recursos educativos digitales (vídeos, animaciones, imágenes, textos, pdf, entre otros) con el fin de crear un OA que sea completamente intuitivo para los estudiantes pretendiendo incluir todas las estrategias de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico).

En la etapa de implementación se integraron todas las fases anteriores y se creó un OA en un proyecto en el contexto del mundo real, el cual se montó en un servidor y puede ser consultado por los estudiantes en el siguiente link: <https://e7elzzxovajqtzqmdhoicw-on.driv.tw/PILASUV/>

Finalmente para la etapa de evaluación se solicitó el apoyo de un grupo de estudiantes para que a la par de la materia de Análisis de Algoritmos cursaran el OA para complementar su aprendizaje, en el siguiente apartado se hará una descripción completa de este proceso y los resultados obtenidos.

**Método**

Una vez llevadas a cabo las etapas para el diseño del OA bajo la metodología ADDIE, en los siguientes apartados se llevará a cabo la evaluación del OA con el objetivo de determinar si tuvo repercusiones en el proceso de aprendizaje, para ello se aplicaron instrumentos validados estadísticamente con base en el cálculo de una muestra para la obtención de los datos descriptivos y un análisis inferencial. Para realizar el cálculo de la muestra se consideró una población de 80 estudiantes los cuales cursaron la materia de Análisis de Algoritmos, por lo que fue necesario calcular la muestra para determinar el número de estudiantes a los que se les aplicaron los instrumentos que evaluaron el proceso de enseñanza – aprendizaje. Anderson, Sweeney y Williams. (2008), Nos dicen “El tamaño de la muestra para una estimación de la proporción poblacional, se determina con una fórmula para población finita” (p. 925)

$$n = \frac{Np(1-p)}{\left(\frac{E^2}{4}\right) + p(1-p)} \tag{1}$$

Donde

- n* = tamaño de la muestra
- z* = nivel de confiabilidad = 4 por la elevación al cuadrado de 1.96 redondeado
- p* = máxima varianza para la proporción 0.5
- N* = tamaño de la población 80
- E* = error máximo 5%

$$n = \frac{80(0.5)(1-0.5)}{80\left(\frac{0.05^2}{4}\right) + (0.5)(1-0.5)} = 66.6 \cong 67$$

Posterior al cálculo de la muestra se aplicó el instrumento para la recolección de datos. Hernández, Fernández & Baptista (2017) citado por Hernández (2018) mencionan que recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.

De esta forma es posible vincular los datos con los indicadores numéricos, los cuales permiten clasificar y cuantificar la información obtenida, para corroborar el cumplimiento de los objetivos y así realizar la comprobación de la hipótesis Hernández (2018). Hernández, Fernández & Baptista (2017) plantean que la Validez del contenido de un instrumento es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

En particular, para el estudio de la utilidad, estructura y contenido del OA que lleva por nombre, “Estructura de datos Pilas”, se pretende identificar el dominio que tienen las variables dentro del contenido del instrumento recaudador de datos, donde se tomó como referencia una encuesta desarrollada para un Curso Masivo Abierto en Línea (Por sus siglas en inglés Masive Open Online Course, MOOC) para la Facultad de Contaduría y Administración región Xalapa de la Universidad Veracruzana, el cual permite evaluar y determinar el impacto en la adquisición de competencias dentro de la formación de los estudiantes de nivel superior.

Esta encuesta suministra los elementos para la elaboración de cuestionarios puesto que utiliza conceptos comprensibles y conocidos para la población, dicho instrumento cumplió con los requisitos de confiabilidad, validez y objetividad el cual fue adaptado para la evaluación del OA Gazca et. al. (2016). La tabla 1 y 2 muestran el grado de confiabilidad del instrumento por medio del Alfa de Cronbach.

### Análisis de confiabilidad

		N	%
Casos	Válidos	30	100.0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	.0
	Total	30	100.0

**Tabla 1** Resumen del procesamiento de los casos  
Fuente: Gazca et. al. (2016)

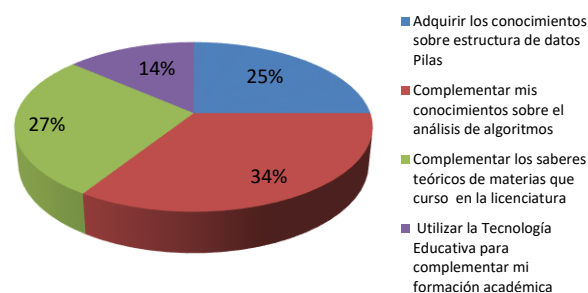
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.913	.918	16

**Tabla 2** Fiabilidad del instrumento. Escala: Todas las variables

Fuente: Gazca et. al. (2016).

### Resultados

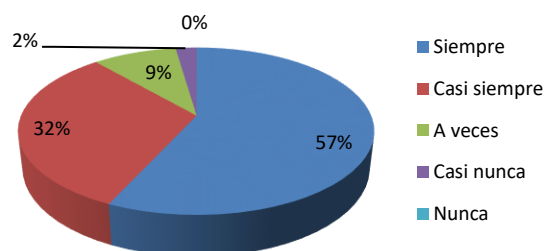
Como se mencionó en el apartado anterior el OA se cursó a la par durante una semana de la materia de Análisis de Algoritmos a continuación se muestran los resultados obtenidos.



**Gráfico 1** ¿Qué lo motivó a inscribirse al OA?

Fuente: Elaboración Propia (2018)

En el gráfico 1 se puede apreciar la distribución del motivo por el que decidió cursar el OA, el 34% hace mención que fue por complementar los conocimientos sobre el análisis de algoritmos, también con un 27% considera que para complementar los saberes teóricos de materias cursadas en la licenciatura.

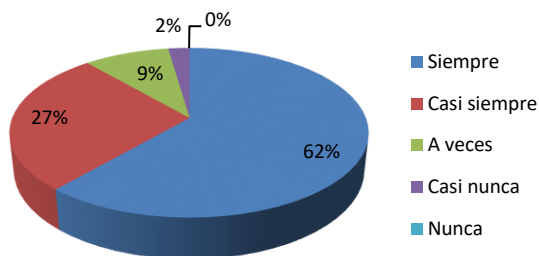


**Gráfico 2** El Objeto de Aprendizaje, ¿le fue de utilidad para adquirir nuevos conocimientos sobre las estructuras de datos?

Fuente: Elaboración Propia (2018)

En el gráfico 2 se visualiza la distribución de si el OA le fue de utilidad para adquirir nuevos conocimientos sobre las estructuras de datos, el 57% considera que siempre fue de utilidad, junto con un 32% que contestaron casi siempre le fue de utilidad, y solo un 2% considera que casi nunca le fue de utilidad.

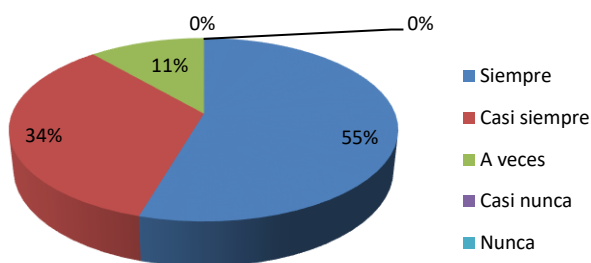




**Gráfico 3** ¿Se utilizan diversos recursos educativos digitales (vídeo, animaciones, audio, texto) que le facilitan su proceso de aprendizaje?

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*.

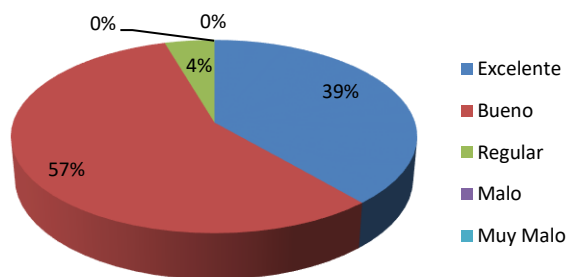
En el gráfico 3 se aprecia la distribución de la utilización de diversos recursos educativos digitales (vídeo, animaciones, audio, texto) que facilitan su proceso de aprendizaje, el 62% considera que sí se utilizaron estos recursos, junto con un 27% que contestaron casi siempre y que facilitaron su proceso de aprendizaje, y solo un 2% considera que casi nunca le fue de utilidad.



**Gráfico 4.** ¿La navegación en el Objeto de Aprendizaje es interactiva?

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

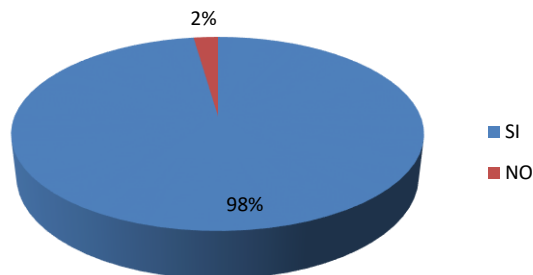
Como se puede apreciar en el gráfico 4 la distribución de si la navegación en el Objeto de Aprendizaje es interactiva, el 55% de los encuestados consideró que la navegación siempre es interactiva así como un 34% la consideró como casi siempre interactiva, y ninguno la considero como nunca y casi nunca.



**Gráfico 5.** ¿Cómo evalúa el Objeto de Aprendizaje?

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

El 57% de los encuestados evalúa al OA como bueno, un 39% lo considera Excelente, y ninguno lo considera malo o muy malo, por lo que se puede apreciar que el OA cumple con los requerimientos establecidos para apoyar los procesos de enseñanza – aprendizaje.



**Gráfico 6.** ¿Estaría dispuesto(a) a cursar a otro Objeto de Aprendizaje en el área de programación?

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

En el gráfico 6 se puede apreciar que el 98% de los encuestados estaría dispuesto a cursar otro OA en el área de programación, y solo un 2% no lo estaría, este resultado muestra el interés por parte de los estudiantes para que se sigan diseñando este tipo de recursos educativos con el fin de apoyar su proceso de aprendizaje.

Es importante destacar que como se puede visualizar en los resultados descriptivos de las gráficas el OA presenta una aceptación por parte de los estudiantes en sus contenidos, diseño instruccional, en el uso de herramientas educativas y en el proceso de autoevaluación ya que un porcentaje significativo de las respuestas se enfoca hacia el siempre y casi siempre.

Ahora bien con el objetivo de cumplir con la hipótesis de la investigación en el que se afirma que los OA son un apoyo para los procesos de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, se llevó a cabo una prueba de hipótesis con el fin de probar una validez de afirmación sobre la evaluación del OA en términos generales y sobre si se inscribirían a otro curso. En este sentido Anderson, Sweeney y Williams (2008) citado por Gazca et. al (2016), menciona que cuando se hace una prueba de hipótesis se empieza por hacer una suposición tentativa acerca del parámetro poblacional.

A esta suposición tentativa se le llama hipótesis nula y se denota por Ho. Después se define otra hipótesis, llamada hipótesis alternativa, que dice lo contrario de lo que establece la hipótesis nula.

La hipótesis alternativa se denota  $H_a$ . Wackerly, Mendenhall y Scheaffer (2008), mencionan que muchas veces, el objetivo de una prueba estadística es probar una hipótesis concerniente a los valores de uno o más parámetros poblacionales. A continuación se muestran los resultados de prueba de hipótesis para los estudiantes que están dispuestos a inscribirse a otro OA, utilizando minitab 14.

Aplicando una prueba de hipótesis para la pregunta del instrumento ¿Estaría dispuesto(a) a cursar a otro Objeto de Aprendizaje en el área de programación? donde las hipótesis quedarían de la siguiente manera:

$H_0$ : El 89% de los estudiantes que se inscribieron en el Objeto de Aprendizaje en el área de programación no están dispuestos a cursar otro curso.

$H_a$ : Más del 89% de los estudiantes que se inscribieron en el Objeto de Aprendizaje en el área de programación están dispuestos a cursar otro curso.

Utilizando el Software minitab 14, se llega a la conclusión siguiente.

Test and CI for One Proportion sobre si Estaría dispuesto(a) a cursar a otro Objeto de Aprendizaje en el área de programación?

Test of  $p = 0,89$  vs  $p > 0,89$

				95%		
				Lower		
Sample	X	N	Sample p	Bound	Z-Value	P-Value
SI	43	44	0,977273	0,940317	1,85	0,032

**Tabla 3** Prueba de hipótesis para proporción, caso inscribirse a otro curso

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

La prueba nos indica que se debe rechazar  $H_0$ , ya que el valor P-value es menor que el nivel de significancia utilizado de un 5%, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , quedándonos con la hipótesis alternar  $H_a$ , y podemos concluir que más del 89% de los estudiantes que se inscribieron en el OA en el área de programación están dispuestos a cursar otro curso.

Considerando también la evaluación del OA, también se le hizo una prueba de hipótesis para saber cómo lo evaluaron de bueno o excelente.

$H_0$ : No más del 86% de los estudiantes evaluaron de bueno o excelente el Objeto de Aprendizaje

$H_a$ : Más del 86% de los estudiantes evaluaron de bueno o excelente el Objeto de Aprendizaje

Test and CI for One Proportion sobre cómo se evaluó el objeto de Aprendizaje de muy bueno a excelente.

Test of  $p = 0,86$  vs  $p > 0,86$

				95%		
				Lower		
Sample	X	N	Sample p	Bound	Z-Value	P-Value
SI	42	44	0,954545	0,902893	1,81	0,035

**Tabla 4** Prueba de hipótesis para proporción, caso evaluación del OA

Fuente: *Elaboración Propia (2018)*

Esta prueba nos lleva a rechazar la hipótesis nula ya que el valor de P-value es menor que el nivel de significancia establecido de 0.05, por consiguiente se puede concluir que más del 86% de los estudiantes evalúan de bueno o excelente el Objeto de Aprendizaje.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la presente investigación en las pruebas de hipótesis que se llevaron a cabo determinan la viabilidad y pertinencia del OA “Estructura de datos Pilas” que cursaron los estudiantes de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Veracruzana, en el que se destaca que de acuerdo a los resultados los OA son una herramienta que apoya y mejora los procesos de enseñanza aprendizaje de materias cuyos índices de reprobación son altos como el caso de Análisis de Algoritmos.



La propuesta metodológica de diseño instruccional ADDIE y la evaluación del OA con base en un instrumento que cuenta con la confiabilidad, validez y objetividad, en su conjunto destaca sobre otros métodos por contar con una estructura que permite un correcto diseño de los recursos educativos, todo ello permitiendo el apoyo de los procesos de enseñanza – aprendizaje en los entornos virtuales.

El proceso de consolidación de la educación en línea que actualmente esta llevando a cabo la Universidad Veracruzana como política institucional es un factor primordial para el apoyo de este tipo de iniciativas en el diseño instruccional de OA, por lo que es recomendable que un número mayor de profesores utilicen estas herramientas las cuales son necesarias para fortalecer los procesos de enseñanza – aprendizaje.

## Referencias

- Alonso, M., Santander J., Alanís, R., & Ramírez, Y. (2017). Aplicación de una propuesta metodológica híbrida para el desarrollo y medición de la calidad de objetos de aprendizaje. *Revista Docencia e Investigación Educativa Ecorfan*, 3, 38-53.
- Anderson, R., Sweeney, D. & Williams T. (2008). *Estadística para administración y economía*, México D.F. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Brito, G. (2008). Metodologías de desarrollo de objetos de aprendizajes. Mayo, 2018, de PROED Sitio web: <http://www.ocw.unc.edu.ar/proed/objetos-de-aprendizaje-y-educacion-bfpromesas-o/actividades-y-materiales/modulo-3>
- Centeno, P. (2016) Una experiencia de estandarización utilizando el modelo ADDIE en la elaboración de guías temáticas. *e-Ciencias de la Información*, [S.l.], p. 1-14, dic. 2016. ISSN 1659-4142. Disponible en: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/article/view/25755>>. Fecha de acceso: 20 jun. 2018 doi:<http://dx.doi.org/10.15517/eci.v7i1.25755>.
- Cañizares, R., Febles, J., & Estrada, V. (2012). Los objetos de aprendizaje, una tecnología necesaria para las instituciones de la educación superior en Cuba. *ACIMED*, 23(2), 102-115. Recuperado en 12 de junio de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352012000200002&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352012000200002&lng=es&tlng=es).
- CODAES (2015), Universidad de Colima. Modelo de Diseño Instruccional. 24/05/17, de CODAES Sitio web: <http://www.codaes.mx/content/repositoriocdg/00090/Modelo-DI-CODAES.pdf>
- Gazca, L., Sánchez, G., Zabala, O. & Velasco, M. (2016). Estudio de factibilidad con prueba de hipótesis para estudios de posgrado en tecnologías de información en las organizaciones. *Revista de Tecnologías de la Información*, 3, 21-32.
- Hernández, L. (2018) *Objetos de aprendizaje como herramientas de adquisición de conocimiento* (tesis de pregrado). Universidad Veracruzana, México.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. (6ta ed) México: McGraw-Hill.
- Laverde, A. (2008). Diseño instruccional: oficio, fase y proceso. *Educación y Educadores*, Universidad de La Sabana, Facultad de educación , 11, 229 - 239.
- Rodés, V., Gewerc, A. & Llamas, M. (2015). Propiedades Pedagógicas de los Objetos de Aprendizaje: Introducción al Estado del Arte. Mayo, 2018, de II World Congress on Systems Engineering and Information Technology Sitio web: <http://copec.eu/congresses/wcseit2015/proc/works/43.pdf>
- Rossett, A. (1987). *Training Needs Assessment*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Educational Technology Publications.
- Schlegel, M. J. (1995). *A Handbook of Instructional and Training Program Design*. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED383281.pdf>

Vicente, Motz, Llamas, Caeiro (2011).  
“LOM4CE: LOM For The Content Ecosystem”.  
Frontiers in Education Conference (FIE) (pp  
T2E-1 - T2E-2).

Wackerly, D., William, M., Richard L. (2008).  
Estadística matemática con aplicaciones,  
México D.F. Cengage Learning Editores,S.A. de  
C.V.

## Productividad en Garantías en la Plataforma

### Productivity in Guarantees on the Platform

LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra†\*, TREJO-CRUZ, Alondra, RODRIGUEZ-MIRANDA, Gregorio y JUAREZ-SANTIAGO, Brenda

*Universidad Tecnológica de San Juan del Río*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Norma Alejandra, Ledesma-Uribe* / ORC ID: 0000-0001-8422-2046, Researcher ID Thomson: S-4833-2018, CVU CONACYT ID: 673202

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Alondra, Trejo-Cruz* / ORC ID: 0000-0002-0395-0082

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Gregorio, Rodriguez-Miranda* / ORC ID: 0000-0002-2512-892, Researcher ID Thomson: S-5808-2018, CVU CONACYT ID: 246718

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Brenda, Juarez-Santiago* / ORC ID: 0000-0001-9071-9243, Researcher ID Thomson: 7396-2017, CVU CONACYT ID: 511613

Recibido Junio 30, 2018; Aceptado Octubre 30, 2018

#### Resumen

El presente trabajo busca emplear eficacia, eficiencia y efectividad para la obtención de productividad en la entrega de garantías, mejorando el proceso interno. Durante su desarrollo se realizaron trabajos conjuntos con diversas áreas de la organización. En la etapa de análisis se revisaron propuestas para optimización del proceso de actualización y depuración de información en el sistema SAP en el centro de garantías, manteniendo una base de datos actualizada y funcional que permitiera la entrega de refacciones al cliente final en el momento requerido. En este proceso se determinó la implementación de transacciones que automatizan la réplica de refacciones en el centro de garantías. Las etapas que se realizaron fueron analizar las refacciones replicadas, configurar los materiales en función de los requerimientos, liberación automática y semanal de los materiales replicados. Como resultado se implementando el Sistema Integral del trabajo que se refleja en las economías a la organización, ya que contribuye a la entrega de información actualizada en el centro de garantías, en el menor tiempo posible y ayudando en la reducción de penalización por incumplimiento y reclamo de los clientes.

#### Productividad, Garantías, SAP

#### Abstract

The present work seeks to use efficiency, effectiveness and effectiveness to obtain productivity in the delivery of guarantees, improving the internal process. During its development, joint work was carried out with different areas of the organization. In the analysis stage, proposals were reviewed to optimize the process of updating and debugging information in the SAP system in the guarantee center, maintaining an up-to-date and functional database that would allow the delivery of spare parts to the final customer at the required time. In this process, the implementation of transactions that automate the replication of spare parts in the guarantee center was determined. As a result, the Integral Work System is implemented, which is reflected in the economies of the organization, since it contributes to the delivery of updated information in the guarantee center, in the shortest possible time and helping in the reduction of penalties for noncompliance and claim of the clients.

#### Productivity, Guarantees, SAP

**Citación:** LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, TREJO-CRUZ, Alondra, RODRIGUEZ-MIRANDA, Gregorio y JUAREZ-SANTIAGO, Brenda. Productividad en Garantías en la Plataforma. Revista de Cómputo Aplicado. 2018, 2-8: 29-35.

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: nledesma@utsjr.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La entrega de garantías a los clientes es una de las actividades que parecen no tener mucha relevancia, algunas organizaciones no brindan un servicio post-venta de calidad. Imbera sabe que el servicio al cliente es una actividad que lo ha llevado a posicionarse como la empresa más importante en su giro, pero el proceso para surtir garantías resultaba ser un poco tardado ya que se involucraba la ejecución de algunas series de actividades largas con la participación de varios involucrados. Con el desarrollo del proyecto de productividad en garantías se garantiza la entrega en el tiempo de respuesta estimado, evitando reclamos y pagos por incumplimientos e incluso la pérdida de clientes potenciales, mediante la automatización de transacciones SAP, mejora en el proceso y centrando las actividades de garantías, respecto a información, en una sola persona.

## Productividad en Garantías

### Refrigeración

La refrigeración es el proceso de eliminar el exceso de calor del espacio y transferirlo al medio ambiente. El sistema de refrigeración industrial permite mantener protegidos y frescos los alimentos o bebidas por un periodo de tiempo más prologado.

### Servicio al cliente

El surtimiento de garantías implica dar servicio a un cliente final de una forma eficiente en el tiempo estimado, de manera que se eviten penalizaciones económicas para la organización. El servicio al cliente es una visión estratégica a través de la cual las organizaciones entienden el papel predominante que juega el cliente en todas las actividades que esta debe llevar a cabo para sobrevivir al mercado, también es un intangible que no puede tocarse o sentirse de manera concreta, principalmente porque surge de una experiencia perceptiva que tiene el cliente cuando entra en contacto con las organizaciones. (Tschohl, 2008)

### Garantía al cliente

Los clientes adquieren un producto o servicio con una garantía extensa y ellos necesitan saber que su compra será respaldada con la garantía de recibir lo que ellos esperan.

El servicio de garantías al cliente es parte de una estrategia de servicio al cliente y puede ser fijado como simple o muy complejo. (Lotich, 2016)

### Eficacia

Textualmente, eficacia es la virtud, actividad, fuerza y poder para obrar y producir efecto. (M. Rozenstein, 2018), también se tiene que la eficacia es cumplir con los objetivos propuestos. Tiene que ver con la habilidad o capacidad de hacer algo. (Riquelme, 2018)

### Eficiencia

Virtud o facultad para lograr un efecto determinado. Modo en que se relacionan insumos y productos y de su existencia depende la bondad, la deseabilidad, la calificación de la relación entre insumos y productos.

Este concepto está directamente vinculado a la tecnología que hace posible que un conjunto dado de recursos genere un volumen y calidad de datos de producto. (M. Rozenstein, 2018). También se define como la productividad que mide la rapidez con que alguien pueda hacer una tarea., la eficiencia significa un nivel de rendimiento de un proceso el cual utiliza la menor cantidad de entradas o insumos para crear la mayor cantidad de productos o resultados. Es un concepto medible que puede obtenerse determinando la relación entre el rendimiento útil y el total. (Riquelme, 2018)

### Efectividad

En los negocios, la efectividad se refiere a la calidad de los resultados que se derivan de las tareas completadas por empleados y administradores.

Para crear efectividad en el área de trabajo, un empleado o administrador necesita entregar resultados consistentes a través de métodos y técnicas efectivas que produzcan resultados. (JGA Marketing, 2018)

### Productividad

Relación entre la producción y la cantidad de recursos de toda índole que son utilizados para obtenerla.

La productividad es una expresión de medida que aisladamente de una idea de proporcionalidad y otra más lejana de calidad o aptitud para relacionar insumos con producto. (M. Rozenstein, 2018)

### **Importancia de contar con la información actualizada dentro de las organizaciones**

La información es uno de los activos más importantes dentro de la organización, toda la información debe de almacenarse en una base de datos de manera que los datos se traten de una manera eficiente.

Es por eso que los sistemas de bases de datos deben proporcionar la fiabilidad de la información almacenada, ya que están resultan un instrumento de información muy valioso que permite aprovechar efectivamente la generación de ventas y utilidades. (Quintana Zabala, 2017) Actualmente no es suficiente con solo tener una base de datos para almacenar la información si no que debe existir una persona que se encargue de gestionarla.

Si una base de datos se gestiona de manera correcta, la organización gozará de diversas ventajas sobre sus competidores. Aumentará su eficacia, habrá trabajos que se realicen con mayor rapidez y agilidad debido a la simplificación de los mismos, se aseguran los datos que se almacenan y con todos estos factores se pueden maximizar los tiempos de respuesta produciendo así una mejora en la productividad. (Escobar Ovando, 2017).

### **ERP**

Un ERP es una herramienta útil para la mayoría de los negocios, este sistema permite un control total del proceso empresarial, desde la creación del producto hasta su venta al cliente final, por lo tanto, rentabiliza los procesos y aumenta las probabilidades de beneficio. Dentro de sus ventajas más importantes se encuentra que permite organizar todo el proceso de negocio y automatizarlo para conseguir la mayor rentabilidad posible, garantiza el ahorro de esfuerzo y tiempo a los empleados y gestores del negocio, permite que la toma de decisiones se genere de forma inmediata (Cabot, 2018).

### **SAP**

Las siglas SAP significan Sistemas, aplicaciones y productos. SAP es el ERP más reconocido a nivel mundial, implantado principalmente en empresas grandes o muy grandes. (BD Dictionary, 2018). SAP es una compañía de software alemana proveedora de software de planificación de recursos empresariales (ERP), sus productos permiten a los negocios rastrear clientes, así como administrar los procesos comerciales, que incluyen contabilidad, ventas, producción, recursos humanos, y finanzas, en un entorno integrado.

Esta integración asegura que la información fluya de un componente de SAP a otro sin la necesidad de ingresar datos redundantes y ayuda a aplicar los controles financieros, legales y de proceso. También facilita el uso eficaz de los recursos, incluida la mano de obra, las máquinas y las capacidades de producción. (Rouse, 2017)

### **BOM**

Una lista de materiales (Bill of Materials) define la estructura de un producto en términos de materiales. Esta estructura es un listado de materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub-componentes, piezas y cantidades de cada una que sean necesarias para la fabricación de un producto final.

Una lista de materiales puede definir productos por su diseño, orden, construcción o como se mantienen. Los diferentes tipos de listas de materiales dependen de las necesidades del negocio y el uso para el que están destinados. (SPCGroup, 2018).

### **Solicitud de cambio**

Formato interno de la organización en el que se pueden solicitar modificaciones en los materiales ya existentes.

### **Aviso de cambio**

Formato que genera un ingeniero de información después de que valida que la solicitud de cambio es correcta y que el cambio que se requiere puede aplicarse en SAP sin afectar los materiales ya existentes.

## Desarrollo

Para poder tener disponible un material en el centro de garantías se debe solicitar mediante una solicitud de cambio que se genere el código en SAP. Al inicio del proyecto la disponibilidad de una garantía para el cliente final implicaba respuestas de proceso interno mayor a 2 meses. Para una primera etapa, se analizó la implementación de una transacción SAP para replicar materiales de forma masiva, de forma que se cuente con una base de datos optima y utilizable, sin embargo, aunque se generan los códigos de los materiales en el centro de garantías no se contaba con un proceso que garantizara la disponibilidad del material para dar atención al cliente final.

Además de esto, existen códigos que deben tener configuraciones distintas, la reconfiguración implica más tiempo en el proceso, que puede ir de una semana a más de tres meses según su complejidad. área de ingeniería del producto define desde el BOM la lista de materiales que serán refaccionables, (a los que se les asigna un indicador para que se repliquen con la transacción automatizada en SAP). Cada semana se genera el listado de los materiales que se replicaron automáticamente para generar una solicitud de cambio en el Sistema Integral del Trabajo de la Organización. Mediante esta solicitud se asigna la configuración de los materiales que se van a liberar, y después de que ingeniería de información valida la información se genera el aviso de cambio.

Con el aviso de cambio se asignan autorizadores del área de ingeniería que dan su visto bueno para que esos materiales estén disponibles en el centro de garantías y también el área de costos, quienes son fundamentales, ya que ellos asignan el precio de cada material que esta identificado como refaccionable.

La mayoría de los materiales que se replican son para hacer traslados de planta al centro de garantías, así que el aviso de cambio también permite al área de desarrolladores y planeadores asignar precios o contactar a los proveedores con los que se tendrá que adquirir un material de atención a clientes. Mediante este proceso se garantiza dar respuesta al cliente en el tiempo estimado de 72 horas.

## Flujo de actividades

**Analisis:** Durante esta etapa se analizaron los flujos para los procesos que se requieren en el área de garantías en cuanto a la gestión de la información.

Para lograr acortar el tiempo respecto a la generación y actualización de información mediante la gestión de algunas transacciones SAP se logró la automatización de la generación de materiales en el centro de garantías. Se generó un reporte de posibles materiales refaccionables, así el área de ingeniería (producto, refrigeración y eléctrico) en conjunto con el área de ingeniería de información definieron las características a considerar para la réplica de los materiales, así como el listado de los materiales a replicar en una primera fase de forma masiva.

Con este análisis se definió la lista de todos los materiales estándares de refacción en los equipos, de acuerdo a su descripción para que cuando se solicitara el alta en planta, los integrantes del equipo de ingeniería de información encargados de generar los nuevos números de parte para materiales en SAP indicaran la característica de refaccionable.

**Diseño:** Dentro de esta fase se definieron las características constantes para algunas vistas dentro de la visualización del maestro de materiales, las cuales fueron: vistas de ventas: canal de distribución y organización, vistas de planificación de necesidades de compras y de almacén. Otra característica es que todos los materiales se replican en el centro de garantías configurados como materia prima.

Pueden modificarse en el momento en el que los requerimientos de la organización cambien ya que estos campos se definieron en una tabla de SAP, la cual solo puede ser editada por el equipo de ingeniería de información. Esta tabla contiene las características que deben tomar los materiales que se replican en el centro de garantías. Aunque esta tabla en SAP es clave fundamental para el logro de las réplicas automáticas, para que la transacción pueda identificar, en el momento en que se libera el material en planta, si el nuevo código se tiene que replicar en el centro de garantías, se definió en una de las vistas del maestro de materiales debe tener un identificador clave que se le agrega en el momento de generar un nuevo código.

Los materiales que se replican en el centro de garantías no solo son para la creación de manuales de refacciones, también son requeridos para brindar servicio a los clientes nacionales y del extranjero con entrega de refacciones para algún producto terminado dañado o también para generar pedidos de venta a empresas de Imbera que se encuentran en el extranjero como en Brasil, Argentina o Colombia.

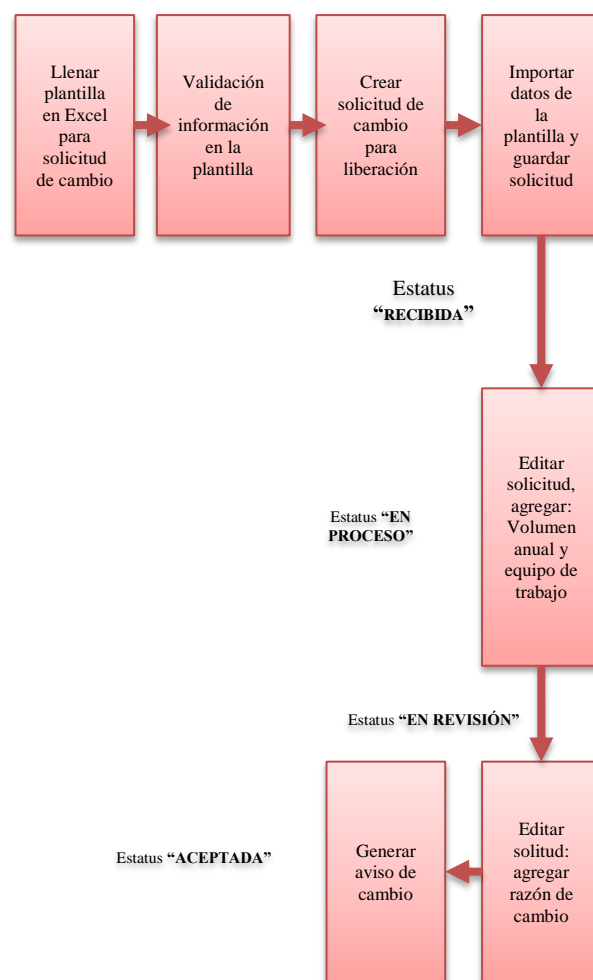
En algunas ocasiones se necesita replicar un de forma manual al centro de garantías, para que se den de alta materiales que no están en el centro de garantías también se lleva a cabo un proceso similar al de réplicas automáticas.

### Ejecución

El tiempo de cierre de un aviso de cambio se redujo considerablemente ya que ahora, solo yo como parte del equipo de ingeniería de información, realizo la validación, alta de materiales y demás actividades relacionadas con la generación y actualización de información en la base de datos de SAP para el centro de garantías.

Una de las principales actividades en este proyecto fue la liberación de las réplicas automáticas.

El proceso de liberación de materiales en el centro de garantías implica una serie de actividades. Durante este periodo se generó un nuevo SIT para la planta, por esta razón una de las primeras actividades que realice para el desarrollo este proyecto fue generar un listado de los usuarios internos para el centro de garantías y enviar el listado al área de TI para que les dieran acceso al SIT exclusivo de garantías.



**Figura 1** Diagrama de flujo para liberar una solicitud de cambio

Fuente: *Elaboración Propia*

Como segunda parte, en una pequeña sesión con la coordinadora de ingeniería de información se definió la forma en que se llevarían a cabo las liberaciones, como se resume en la figura 1. Los cambios en el sistema, se inicia por liberar los materiales replicados el lunes de cada semana, bajando un reporte de las réplicas automáticas de una semana anterior. Posteriormente se envía el listado de materiales identificados para ser reconfigurados al área de planeación y servicio a clientes para recibir el visto bueno y el registro correcto de configuración para cada material de acuerdo a sus necesidades.

En el sistema se autoriza por parte de un administrador de proyectos el registro del proyecto en sistema, ya que todos los avisos deben ligarse con el folio de un proyecto. También se solicitó al área de servicio a clientes y planeación que me proporcionaran el valor promedio de volumen anual, el cual es un dato obligatorio para poder liberar materiales.

Aunque depende del tipo de material y cliente que lo requiere, me pudieron proporcionar un valor para poder generar los avisos de cambio.

Para el análisis de las réplicas automáticas:

- Se generó en SAP un reporte de los materiales replicados automáticamente a partir de la implementación de la transacción de réplicas.
- Después se ordenó el listado por fecha de réplica, y se buscó el estatus de cada uno de los materiales en planta para descartar los que ya estaban boqueados.
- A continuación, se generó el listado de los materiales ya liberados en planta y se hizo un nuevo filtro con los replicados, eliminando así los que aún no se habían pasado con proveedor y no habían sido costeados en planta para evitar que se cancelaran estas partidas en el centro de garantías.
- Se clasificaron los materiales en grupos de 50.
- Como siguiente actividad se filtraron los materiales que debían llevar estructura, y se buscó la lista de materiales de cada uno en SAP para enviarlo al área de servicio a clientes y control y planeación.
- Se validó el plano y revisión de cada material para poder agregar la información correcta.
- Otra información que se buscó en SAP fue la utilización de cada material, ya que es un valor que se debe indicar en los avisos de liberación.

## Resultados

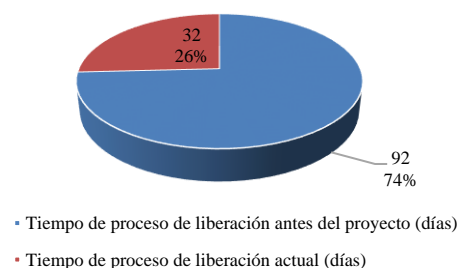
Dentro de las pruebas para este proyecto, se ejecutó una transacción en SAP para ver si la información de los materiales ya se había actualizado con la respuesta de los proveedores, además de que se ejecutaron transacciones en SAP para ver que las áreas de desarrollo de proveedores y costos hubieran actualizado los precios de los materiales.

La carga de precio en sistema en el maestro de materiales es la actividad final de la liberación, lo que significa que el o los materiales ya están costeados y con información de proveedores actualizada para que en el momento que se requiera en el centro de garantías, el proceso de compra o traslado sea más rápido y así poder dar atención al cliente final en el momento que requiera un componente.

Con la implementación de este proyecto se logró la liberación de los códigos que se replicaron automáticamente en el centro de garantías durante el año 2017 y los materiales que van del año 2018. Cuando se obtuvo el reporte de todos los códigos replicados el resultado fue de 1295 códigos, pero como ya se mencionó, se fueron eliminando los que estaban bloqueados en planta y los que nunca se utilizaron para evitar la cancelación de partidas en el centro de garantías. De esta manera se evitó agregar información que no era necesaria y que de cierta manera provocaría que el resto de áreas involucradas invirtieran tiempo innecesario dentro de su proceso.

El promedio de materiales replicados semanalmente es de 26.42 %, aunque se espera que la tendencia incremente ya que esto ayudará a cumplir con la estrategia de duplicar el valor del negocio cada 5 años. En la gráfica 1 se observa la disminución en días para la ejecución de los

### RESULTADOS DEL PROYECTO



**Gráfico 1** Economía en días con la aplicación del proyecto  
Fuente: *Elaboración Propia*

La cantidad de subensambles generados para la elaboración de los manuales de refacciones durante este periodo fueron 276. La información de los números de parte se compartió al área de ingeniería técnica, quienes son los encargados de elaborar los manuales.



## Conclusiones

El desarrollo de este proyecto implica ahorros económicos ya que se mejora el servicio de atención a clientes y se reducen al máximo las penalizaciones de pagos por procesos internos.

Un ingeniero de información es encargado garantizar que el MRP de la organización tenga información actualizada y de calidad, evitando la duplicidad de la misma mediante el cumplimiento de ciertos procesos.

Como ingeniero de información dentro de la organización me doy cuenta que es muy importante desarrollar habilidades de análisis, ya que el tener la base de datos actualizada no es una actividad sencilla.

También se necesita saber ejecutar pruebas funcionales y no funcionales, ya que el área pide desarrollos que se tienen que validar en los ambientes de calidad de las diferentes plataformas que se utilizan para la administración de información lo que lleva a una mejora continua en los distintos procesos.

## Referencias

BD Dictionary. (13 de Febrero de 2018). Obtenido de <http://www.businessdictionary.com/definition/SAP.html>

Cabot, J. (13 de Febrero de 2018). *GESTION.ORG*. Obtenido de La importancia de tener un ERP: <https://www.gestion.org/economia-empresa/50668/la-importancia-de-tener-un-erp/>

Escobar Ovando, L. F. (22 de Febrero de 2017). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/importancia-las-bases-datos-nivel-empresarial/>

JGA Marketing. (18 de Febrero de 2018). *Effectiveness and efficiency in business*. Obtenido de <https://jgmarketing.com/difference-effectiveness-efficiency-business/>

Lotich, P. (29 de Junio de 2016). *THE THRIVING SMALL BUSINESS*. Obtenido de 5 Examples of a Customer Guarantee: <https://thethrivingsmallbusiness.com/customer-service-guarantee-examples/>

M. Rozenstein, M. (16 de Febrero de 2018). *Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM*. Obtenido de <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/rev-administracion-publica/article/view/18335/16480>

Quintana Zabala, R. (03 de Marzo de 2017). *Gestiopolis*. Obtenido de Bases de datos y su importancia dentro de una Organización: <https://www.gestiopolis.com/bases-datos-importancia-dentro-una-organizacion/>

Riquelme, M. (17 de Febrero de 2018). *Web y empresas*. Obtenido de Diferencia entre eficacia y eficiencia: <https://www.webyempresas.com/diferencia-entre-eficacia-y-eficiencia/>

Rouse, M. (14 de Febrero de 2017). *TechTarget*. Obtenido de <http://searchsap.techtarget.com/definition/SAP>

SPCGroup. (21 de Febrero de 2018). *SPC Consulting Group*. Obtenido de Bill of Materials BOM: <https://spcgroup.com.mx/bom/>

Tschohl, J. (2008). *Servicio al cliente*. Minneapolis, Minnesota: Best Sellers Publishing.

# 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 de Cómputo Aplicado. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

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

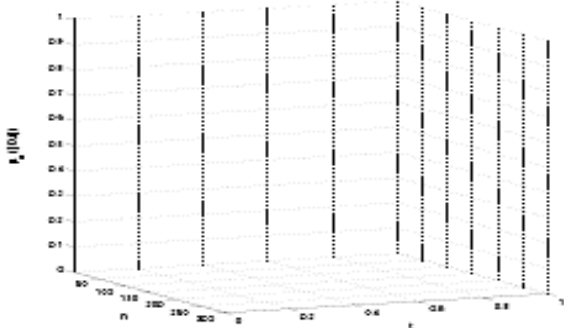
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

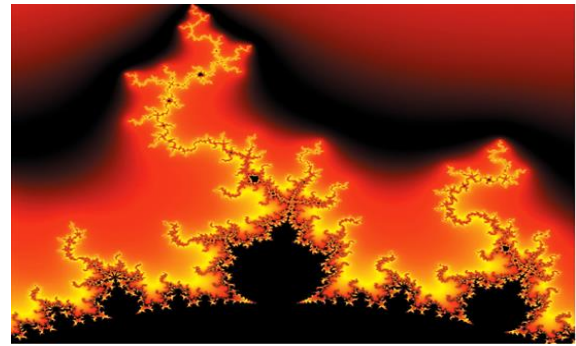
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

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

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

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

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

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

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Cómputo Aplicado emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas 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 Spain 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 Spain para su Revista de Cómputo Aplicado, 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 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, Jesus. BsC

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Editor Ejecutivo**

MIRANDA-GARCIA, Marta. 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

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

### **Publicidad y Patrocinio**

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

### **Licencias del Sitio**

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



**Oficinas de Gestión**

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

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

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

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas 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 de Cómputo Aplicado

“Sistema basado en conocimiento para la predicción del clima para usos agrícolas”

**FUENTES-COVARRUBIAS, Ricardo, FUENTES-COVARRUBIAS, Andrés Gerardo, CORTES-QUIROZ, José Alfredo y DE JESUS-JUAREZ, Jonathan Gerardo**

*Universidad de Colima  
SBC Tecnologías SA de CV*

“Sistema de control de velocidad de sistema de expulsión de polvo por aire aplicado en la producción de arroz”

**SÁNCHEZ-CORONADO, Eduardo Mael, HERRERA-ARELLANO, María De los Ángeles, BAUTISTA-BAUTISTA, Alberto Nicolas y GALVÁN-CHÁVEZ, Jorge Moisés**

*Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz*

“Diseño y Evaluación de un Objeto de Aprendizaje en el área de Informática con la metodología ADDIE”

**GAZCA-HERRERA, Luis Alejandro, OTERO-ESCOBAR, Alma Delia, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, Guillermo Leonel y ZABALA-ARRIOLA, Omar**

*Universidad Veracruzana*

“Productividad en Garantías en la Plataforma”

**LEDESMA-URIBE, Norma Alejandra, TREJO-CRUZ, Alondra, RODRIGUEZ-MIRANDA, Gregorio y JUAREZ-SANTIAGO, Brenda**

*Universidad Tecnológica de San Juan del Río*

