

LGAC Innovación en los procesos de negocio
Productividad (2018-2020)

Resumen

	Tipo	N	Participación Estudiantes (N)	Participación Estudiantes (%)
01	Revistas	21	8	38%
02	Libros	1		0%
03	Capítulos de libro	9	2	22%
04	Artículos de Congresos (arbitrados)	3		0%
05	Registros de Propiedad intelectual (IMPI o INDAUTOR)	1		0%
	TOTAL	35	10	29%

**** Participación estudiantes se refiere a los artículos en los que participan estudiantes adscritos a la Maestría en Tecnologías de Información para los Negocios**

Profesores que conforman la LGAC de Inteligencia de Negocios

- Dr. Ramón René Palacio Cinco (SNI 1)
- Dr. Jorge Guadalupe Mendoza León (En evaluación)
- Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez (En evaluación)
- Dr. Gilberto Borrego Soto (SNI nivel C)

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

EN EL ESTADO DE SONORA

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. René Daniel Fornés Rivera



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO



AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 3 Núm 1, octubre de 2017, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela, en colaboración con Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. René Daniel Fornés Rivera, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2017.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. René Daniel Fornés Rivera

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. René Daniel Fornés Rivera



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2017

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela
Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario
Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio
Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Posgrado en Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora
Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial y
Maestría en Ciencias de la Computación
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas
Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

2017: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Octubre de 2017

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de Hermosillo

2017.

465 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Arcos de Belén No. 79, Piso PH(11)

Col. Centro,

Delegación Cuauhtemoc

C.P. 6010, Distrito Federal

ISSN: 2448-7473

Arquitectura Inteligente para la Detección de Presencia de Apneas Neonatales. Oscar Daniel Atanacio Pérez, María Trinidad Serna Encinas, Fredy Alberto Hernández Aguirre, Cesar Enrique Rose Gómez, Rafael Armando Galaz Bustamante.....9

Diseño Arquitectónico de un Sistema de Clasificación de Señales Electromiográficas Utilizando Redes Neuronales Martin Francisco Martínez-Federico , María Trinidad Serna-Encinas, Jorge Orrante-Sakanassi, Cesar Enrique Rose-Gómez, Rafael Armando Galaz-Bustamante.....20

Calidad y Sistemas de Producción

Aplicación de la Metodología Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP) para Mejorar la Productividad en una PYME Fabricante de Paletas Heladas. Mario Alberto Nuñez Luna, Mauricio López Acosta, Aaron Fernando Quiroz Morales, Allan Chacara Montes, Gilberto Manuel Cordova Cardenas.....29

Propuesta Metodológica para Elaborar un Sistema de Gestión de la Calidad. González Valenzuela Elizabeth, Beltrán Esparza Luz Elena, Fornés Rivera René Daniel, Anderson Americano José.....40

Gestión del Conocimiento

Una Metodología para Aproximar a las Empresas de Nueva Creación en la Gestión del Conocimiento. Gerardo Sanchez-Schmitz, Emilio Talamante-Lugo, Mario Barcelo-Valenzuela, Alonso Perez-Soltero.....49

Sistema de Apoyo en la Gestión de Información del Proceso de Operación de Energía Eléctrica. Julia I. Cruz-Bojórquez, María de J. Velázquez-Mendoza, Oscar M. Rodríguez-Elías, José Miguel Rodríguez-Pérez.....56

Hacia la Implementación de una Aplicación Móvil de Apoyo en la Localización de Expertos Dirigida a Equipos de Desarrolladores de Software Distribuidos Geográficamente. Luis Guillermo Córdova-Moras, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Ramón René Palacio-Cinco, María Trinidad Serna-Encinas, María de Jesús Velázquez-Mendoza.....67

Generación Automatizada de Perfiles de Conocimiento Utilizando Procesamiento de Lenguaje Natural y Técnicas de Minería de Texto. Rogelio Valdez-Almada, Oscar M. Rodriguez-Elias, César Enrique Rose-Gómez, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Samuel González-López.....78

Instrumentación y Control

- Interfaz Gráfica Móvil de Comunicación Oral y Escrita.* Oscar Abraham Grijalva Hernández, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.....89
- Arquitectura del Sistema Inteligente para la Predicción de Crímenes (SIPreC).* Jesús Edgardo Cervantes-Ríos, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.....98

Ingeniería de Software

- Prototipo de un Sistema de Gestión de Boletas para una Urna Electrónica.* Jesús Adolfo Islas-Gerardo, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Cesar Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza, María de Jesús Velázquez-Mendoza.....107
- Análisis Comparativo de Diversas Técnicas de Control Aplicadas a un Sistema Carro-Péndulo.* Adrián Fco. Gallardo Tullez, Jorge Alberto Orrante Sakanassi, Guillermo Valencia Palomo, José Antonio Hoyo Montaña, Rafael Armando Galaz Bustamante.....117
- Diseño Arquitectónico de la Planeación de Trayectoria para el Desplazamiento de un Dron.* Omar Francisco García Jiménez, María Trinidad Serna Encinas, Guillermo Valencia Palomo, César Enrique Rose Gómez, Ana Luisa Millán Castro.....124

Modelos de Optimización

- Aplicación de Modelos de Diseño Experimental en Industria de Celulosa Moldeada en el Sur de Sonora.* Angelita Pacheco-Martínez, Jorge Guadalupe Mendoza-León, Juan José García-Ochoa.....134
- Algoritmo Genético Optimizando la Logística de Asignación de Tiempos y Espacios en un Calendario de Actividades, Aplicado a la Creación de Horarios en la Universidad Estatal de Sonora.* Karen Jazmín Cuevas Vega, Joel Ruiz Ibarra, Erica Cecilia Ruiz Ibarra, Alma Isabel Arias Hurtado, Vianey Elena Valenzuela Gerardo.....144
- Metodología para la Implementación de Herramientas de Manufactura Esbelta para Mejorar los Tiempos de Cambio de Herramental.* Karla Darinka Valdez-Ramírez, María Elena Anaya-Pérez, Guillermo Cuamea-Cruz, René Durand-Villalobos.....154

Diseño e implementación de una red de telecomunicaciones inteligente: Organismo Gubernamental. Gerardo Sanchez-Schmitz, Ismael Camarena-Vidales, Alonso Perez-Soltero, Mario Barcelo-Valenzuela.....164

B.- Avances de investigación

Aplicaciones Biomédicas

Sistema Electromédico/Móvil de Monitoreo Respiratorio Durante el Sueño para Detección de Riesgo de Apnea. Linda Verónica Pérez-Córdova, Carlos Alberto Pereyda-Pierre, Rosalía del Carmen Gutiérrez Urquidez, José Antonio Hoyo Montaña.....176

Propuesta de una Arquitectura para el Desarrollo de Habilidades Sociales Mediante el Reconocimiento de Gestos Utilizando Visión por Computadora. Ramón Omar Parra Guerrero, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez Valenzuela, César Enrique Rose Gómez, Sonia Regina Meneses Mendoza.....184

Aplicación de Cómputo Afectivo como Auxiliar en el Aprendizaje de Niños de Educación Especial. Danitza Guadalupe Pineda-Fuentes, Sonia Regina Meneses-Mendoza, Cesar Enrique Rose-Gómez, Ana Luisa Millán-Castro.....191

Innovación Organizacional para Mejorar la Práctica de Enfermería: Implicaciones de Diseño. Karen Iveth Valdez Monteón, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Lilia del Carmen García Mundo.....198

Propuesta Metodológica de Análisis de Georreferenciación Apoyado con Técnicas de Minería de Datos para la Vigilancia Epidemiológica. Mucia Lorena Llanes-Robles, Federico Miguel Cirett-Galan, Raquel Torres-Peralta, Alonso Perez-Soltero.....205

Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Estrategias de Medicina Preventiva Más Eficaces. Ezequiel Alonso Sanez-Moreno, Raquel Torres-Peralta, Federico Cirett-Galán, Mario Barceló-Valenzuela.....211

Diseño de un Modelo de Medición de Métricas Físicas para la Detección del Estrés de Manera No Invasiva. Grecia Valenzuela Muñoz, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Joaquín Cortez González.....218

Arquitectura Propuesta de un Sistema de Apoyo Educativo para Personas con Discapacidad Auditiva. Ernesto Darío Barraza-Granillo, César Enrique Rose-Gómez, Samuel Gonzáles-López, María Trinidad Serna-Encinas.....225

Arquitectura Propuesta para el Diagnóstico de Trastornos del Neurodesarrollo Utilizando Redes Neuronales. Martin Alberto Ley Montes, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela, María Trinidad Serna Encinas, Oscar Mario Rodríguez Elías.....233

<i>Propuesta de Algoritmo para la Detección y Predicción de Anomalías Cardíacas Graves.</i> Gilberto Chávez-López, César Enrique Rose-Gómez, María Trinidad Serna-Encinas.....	239
---	-----

Calidad y Sistemas de Producción

<i>Estudio de Pruebas Mecánicas a Productos Manufacturados por Técnicas de Adición (Impresión 3D).</i> Ángel Adrián Valenzuela-Martínez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantía-Daniel, Germán Alonso Ruíz-Domínguez.....	247
<i>Metodología Basada en Lean Construction Aplicada en un Proceso de Construcción de Viviendas.</i> Jaime Alfonso León Duarte, Daniela Michelle Alvarado Coronado.....	254
<i>Rediseño del Almacén para Mejorar el Flujo de Materiales en las Áreas de Recepción, Almacenamiento, Preparación de Pedidos y Envío, en una Empresa Distribuidora de Papelería.</i> Guillermo Cuamea-Cruz, Raquel Montijo-Fernández.....	262
<i>Propuesta para la Estandarización de Procesos de una Empresa Renovadora de Llantas Mineras para la Mejora de la Calidad y el Control de la Producción.</i> José Luis Félix-Moreno, María de los Ángeles Navarrete-Hinojosa.....	268
<i>Análisis del Desempeño de Tres Tipos de Colocación de la Muñeca Durante el Tecleo en Computadora.</i> Gerardo Meza-Partida, Jorge Adrián Aguilar-Angulo, Javier Enrique de la Vega-Bustillos.....	274
<i>Lanzamiento del Nuevo Producto CEMD en la Empresa ASMD.</i> Carlos Ernesto Moreno Molina, Enrique de la Vega Bustillos, German Alonso Ruíz Domínguez.....	280
<i>Caracterización Teórica del Flujo de la Cadena de Suministros de una OEM Automotriz..</i> Ana Rosa Encinas del Castillo, Juan Manuel Flores Martinez, Francisco Octavio LópezMillán.....	287
<i>Propuesta para el Diseño y Fabricación de Prototipo Extrusor de Filamentos para Manufactura Aditiva.</i> Jesús Gerardo-Perezmoreno, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde , Gilberto Orrantía-Daniel.....	296
<i>Estudio y Análisis de Enfermedades Laborales en la Industria Sonorense en el periodo 2014 - 2016.</i> Olivia Alcantar-Jatomea, Oscar Vidal Arellano-Tanori, Enrique De la Vega-Bustillos, Francisco Octavio López-Millán.....	303
<i>Mejorar el Uso ee los Recursos Aplicando Rediseño en un Área Dedicada a Procesos Cárnicos. Un Marco de Referencia.</i> Obed Ricardo Madrid Zayas, Luis Felipe Romero Dessens.....	310
<i>Importancia y Uso de Herramientas Estadísticas en un Proceso de Inyección de Plástico Foam en Arneses Electrónicos.</i> Sarahí De la Torre Cinco, Carlos Anaya Eredias, Guillermo Cuamea Cruz, Jaime Alfonso Leon Duarte, Jaime Olea Miranda.....	316

Gestión del Conocimiento

- Propuesta para la Integración de Equipos de Alto Rendimiento en Una Empresa de Software* Juan Pablo Becerril-Sitten, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....323
- Mejorar la Productividad Mediante la Aplicación de la Curva de Aprendizaje.* Jaime Olea Miranda, Carlos Ignacio Feuchter Leyva, Mario Barcelo-Valenzuela, Alonso Perez-Soltero.....330
- Propuesta para la Documentación de Procesos de Ventas Considerando la Gestión de Conocimiento Apoyada en Estándares de Calidad.* Sofía Chávez-Aguiñaga, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....336
- Propuesta de un Modelo para Asignar Recursos Aprovechando el Conocimiento de Lecciones Aprendidas.* Mario Barceló Valenzuela, Iván Figueroa Velarde, Gerardo Sánchez Schmitz.....343
- Propuesta de un Modelo para Integrar el Conocimiento del Cliente al Proceso Productivo de una Organización.* Mario Barceló Valenzuela, Edlyn Hernández Rojas, Alonso Pérez Soltero.....350
- Análisis de Metodologías de Gestión de la Innovación y la Economía Circular.* Lamberto Abel Valenzuela-Corral, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, Ramón René Palacio-Cinco.....358
- Hacia Una Metodología de Desarrollo de Software para Automatización Industrial Basada en Lecciones Aprendidas y Buenas Prácticas de la Ingeniería del Software.* Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez Elías, María de Jesús Velázquez Mendoza, José Miguel Rodríguez Pérez.....364

Ingeniería de Software

- Arquitectura Propuesta de Reconocimiento de Voz para Traducción a Lengua de Señas Mexicana Mediante un Avatar.* Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Lic. Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.....371

<i>Propuesta Arquitectónica Orientado a Servicios para el ITH: Un complemento al Sistema Integral de Información.</i> Javier Chimeo-Joachin, María de J. Velázquez-Mendoza, Oscar M. Rodríguez-Elías, José M. Rodríguez-Pérez.....	377
<i>Arquitectura de un Sistema para la Identificación y Censo de Animales mediante Imágenes Aéreas.</i> Angel Oscar Vizcarra Llanes, Oscar Mario Rodríguez-Elias, Cesar Enrique Rose-Gómez, José Miguel Rodríguez Perez, Guillermo Valencia-Palomo.....	384
<i>Definición de Un Conjunto Estratégico de Herramientas de Software para Incrementar el Éxito de las Micro Empresas.</i> José-Enrique Barajas-Mariscal, José-Luis Ochoa-Hernández, Mario Barceló-Valenzuela.....	391
<i>Arquitectura Propuesta de un Sistema para la Detección y Análisis de Patrones Delictivos.</i> Jesus Romero Espinoza, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.....	398

Instrumentación y Control

<i>Diseño e Implementación de un Sistema de Control para Sincronizar el Movimiento de Dos Robots.</i> Fabian Angel Villarreal Lacarra, Rafael Armando Galaz Bustamante, Rosalía del Carmen Gutiérrez Urquidez, Guillermo Valencia-Palomo, Jose Manuel Chavez.....	405
<i>Módulo para Medición de Variables en Una Planta Tratadora de Aguas Residuales con Control Automático de Temperatura.</i> Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.....	411
<i>Sistema de Control para Automatizar el Bombeo de Solución de Lixiviado en Proceso de Recuperación CU.</i> García-Verdugo José Ulises, Ramírez-Torres Flor, Cerón-Franco Aureliano, Montijo-Valenzuela Eliel Eduardo.....	418
<i>Propuesta de Arquitectura Física de Urna Electrónica.</i> Gabriela Jiménez-Gutiérrez, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Gilberto Orrantia-Daniel1, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverda.....	427
<i>Mejoramiento en la Efectividad Total del Equipo en Prensas por Medio de la Implementación de Controladores Lógicos.</i> Gloria María Velázquez Quijada, Gilberto Orrantia-Daniel, Germán Alonso Ruíz Domínguez1, Rodolfo Ulises Rivera Landaverde.....	433
<i>Implementación de un Instrumento Didáctico Aplicando Compensadores Pid a Través de Programación Gráfica.</i> Rubén Alvarez Favela, Jesús Manuel Tarín Fontes. Fredy Hernández Aguirre, José Antonio Hoyo Montaña.....	440

Modelos de Optimización

Aplicación de Minería de Datos para la Obtención de Variables de Calidad en un Proceso Minero. Gastón Enrique Torrescano Sánchez, Víctor Hugo Benítez Baltazar.....447

Desarrollo de una Herramienta Informática para la Estimación de Tiempos Estándar Utilizando Tecnología de Análisis de Movimientos. Mercedes Luis Enrique Aguilar-Yocupicio, Manuel Adán Flores-Veliz, Jaime Alfonso León-Duarte, Víctor Hugo Benítez-Baltazar.....454

Rediseño de una Línea de Producción para Integración de Productos, Optimizando los Recursos Disponibles en una Empresa de Rama Metal-Mecánica. Luis Felipe Romero-Dessens, Elvia Lizbeth Corpus-Muss.....461

Diseño de un Modelo de Medición de Métricas Físicas para la Detección del Estrés de Manera No Invasiva.

Grecia Valenzuela Muñoz¹, Ramón René Palacio Cinco², Luis Adrián Castro Quiroa¹, Joaquín Cortez González¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Náinari,
Antonio Caso 2266, Villa ITSON, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México,

²Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa,
Ramón Corona S/N, Col. ITSON, CP. 85860, Navojoa, Sonora, México.
greciavalenzuela@outlook.com,
ramon.palacio@itson.edu.mx, luis.castroq@itson.edu.mx,
joaquin.cortez@itson.edu.mx

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo de medición y evaluación de métricas físicas para el manejo de estrés en desarrolladores de software mediante un desarrollo tecnológico no intrusivo. El estrés es una reacción fisiológica del organismo ante un desafío, como la sobrecarga de trabajo a la que son expuestos los empleados. Al utilizar herramientas capaces de medir el estrés, las organizaciones tendrán oportunidad de otorgar a sus empleados recursos de afrontamiento y, con esto, la posibilidad de reducir errores de producción. Para lograr este desarrollo tecnológico se realiza una revisión sistemática para identificar, caracterizar y resumir las herramientas tecnológicas con capacidad de medir el estrés mediante la recolección de datos físicos con el fin de determinar el estado del arte de esta tecnología y a su vez identificar oportunidades de investigación relevantes que ayuden a la creación de un ambiente de monitorización de estrés en los trabajadores.

Palabras clave: estrés, desarrolladores de software, desarrollo tecnológico, manejo de estrés, recursos de afrontamiento.

Grecia Valenzuela Muñoz, Ramón René Palacio Cinco, Luis Adrián Castro Quiroa, Joaquín Cortez González, *Diseño de un modelo de medición de métricas físicas para la detección del estrés de manera no invasiva.* en: Mario Barceló Valenzuela, Alonso Pérez Soltero, Oscar Mario Rodríguez Elias, Guillermo Valencia Palomo, Ramón René Palacio Cinco, René Daniel Fornés Rivera (Eds.), *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, pp. 218-224, 2017.



**Revista Internacional de Investigación e Innovación
Tecnológica**

Página principal: www.riit.com.mx

Aplicación del Modelo de Negocios Canvas en una planta de elaboración de alimento para cerdo

Application of the Canvas Business Model in a pig feed processing Company

Ramos-Solís, C.E.^a, Palacio-Cinco, R.R.^b, Córdova-Cárdenas, M.H.^b, Mendoza León J.G.^b

^a Unidad Nainari, Instituto Tecnológico de Sonora.

^b Unidad Navojoa, Instituto Tecnológico de Sonora.

cramossolis91@gmail.com; ramon.palacio@itson.edu.mx; martin.cordova@itson.edu.mx;
jorge.mendoza@itson.edu.mx

Aplicación empresarial: Generación de propuestas de valor para mejorar y hacer eficiente los canales y procesos de producción de alimento para cerdo.

Área de aplicación industrial: Tecnologías de la Información y Comunicación, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Administración.

Enviado: 15 Abril 2019

Aceptado: 03 Julio 2019

Abstract

Currently, many organizations are unaware of the operation of their business, so they need to know how their business model is formed, this lets them to identify the key elements of how it is formed and how those elements are related in the organization. Therefore, the aim of this work is the design of a business model using the Canvas Business Model methodology, is a tool who permits finding the different opportunity areas in the product or business processes in an organization. For it, the tools of customer segment, empathy map, and creation of the value proposal were used, with which it was possible to obtain the Business Model of a pig feed processing plant. As a result, it was possible to infer the considerations and implications provided by the Business Model to the Plant through the elaboration of initiatives that help to achieve the aims established in the Plant's strategies. This Business Model is focused in an abstract way on how the plant has a profit, how the costs are composed, how its market segment is composed, how the Plant relates to its customers and how the value proposal makes them arrive. In addition, it includes what are its key activities, its resources, and its allies. This abstraction made it possible to show the overall operation of the plant from an agile perspective, thus achieving the sight of the current state of the plant, which in

turn allows us to project different scenarios of the operation of the model in each step of it. This capacity that has Canvas allows being flexible to the Plant to be able to project and analyze proposals and initiatives that allow them to prevent possible deviations that affect adversely interests of the Plant.

Key Words: Canvas, Processes, Production, Business Model.

Resumen

Actualmente, muchas de las organizaciones desconocen el funcionamiento de su empresa, por lo que requieren conocer su modelo de negocio, el cual les permita identificar los elementos clave de cómo está conformada y la forma en que se relacionan estos elementos en la organización. Por ello, el objetivo principal de este trabajo es diseñar un Modelo de Negocio utilizando la metodología del Modelo de Negocios Canvas, la cual es una herramienta que permite encontrar las diferentes áreas de oportunidad en los procesos productivos o de negocio en una organización. Para esto se utilizaron las herramientas de segmento de clientes, mapa de empatía y creación de la propuesta de valor con lo que fue posible obtener el Modelo de Negocio de una planta de elaboración de alimento para cerdo. Con esto fue posible inferir las consideraciones e implicaciones que proporciona el Modelo de Negocio a la planta mediante la elaboración de iniciativas que ayuden al logro de los objetivos establecidos en las estrategias de la misma. Este Modelo de Negocio está enfocado de manera abstracta en determinar la forma en la que la planta obtiene sus ganancias, cómo se componen los costos, cómo se compone su segmento de mercado, cómo se relaciona la planta con sus clientes y cómo les hace llegar la propuesta de valor. Además, incluye cuáles son sus actividades clave, sus recursos y sus aliados. Esta abstracción permitió visualizar la operación global de la planta desde una perspectiva ágil logrando de esta forma visualizar el estado actual de la planta lo que permite a su vez proyectar diferentes escenarios del funcionamiento del modelo en cada una de sus etapas que lo conforman. Esta capacidad que tiene Canvas permite ser flexible a la organización para poder proyectar y analizar propuestas e iniciativas que le permitan prevenir posibles desviaciones que afectan negativamente a los intereses de la planta.

Palabras clave: Canvas, Procesos, Producción, Modelo de Negocios.

1. Introducción

El modelo de negocio sirve como un plan de construcción que permite diseñar y organizar su estructura, además de ser la base para constituir la forma física y operativa de la empresa. Es importante reflexionar sobre su semántica, por lo que tanto el negocio, como el modelo por sí mismo, tienen un significado específico. Esta combinación de significados refleja muchas de las posibles aplicaciones

del modelo de negocio [1]. El modelo es interpretado como "una descripción y representación simplificada de una entidad o proceso complejo", de manera que esta representación implica conceptualización, que puede describirse como "los objetos, conceptos y otras entidades que se asume que existen en algún área de interés y su interrelación". Asimismo, también se interpreta la palabra negocio como "la

actividad de suministro de bienes y servicios que involucran aspectos industriales”. Unificando estos elementos se establece que la reflexión sobre el concepto de modelo de negocio debe ir en la siguiente dirección: “un modelo de negocio es una herramienta conceptual que contiene un conjunto de objetos, conceptos y sus relaciones con el objetivo de expresar la lógica empresarial de una firma determinada”.

Existen varios tipos de modelos de negocios o metamodelos que son genéricos, pero contienen características comunes. Los tipos de modelos se refieren a una categorización, mientras que los metamodelos dan referencia a diferentes modelos integrados, de forma que esta distinción refleja diferentes grados de conceptualización.

Por lo que podemos afirmar que un modelo de negocio es una plantilla que describe la forma en que la empresa lleva a cabo su operación, y es elaborado por los gerentes de una firma para satisfacer mejor las necesidades percibidas de sus clientes. Para abordar completamente la oportunidad de mercado, el modelo de negocio a menudo incluye a la firma misma y sus interacciones con la industria. En ese mismo sentido, se han realizado muchos intentos para describir y clasificar los modelos de negocio de forma taxonómica, es decir, desarrolladas al abstraer de observaciones típicamente de una sola industria [2]. Estos intentos rara vez tratan de manera completa y adecuada las dimensiones de clientes, organización interna y monetización; sin embargo, existe una tipología que considera cuatro elementos: a) identificar a los clientes (el número de grupos de clientes segmentados); b) compromiso del cliente (o la propuesta de valor); c) monetización, d) la cadena de valor y los vínculos (generalmente concierne a cómo funciona la empresa internamente) [3]. Cada una de estas dimensiones se relaciona con la definición del modelo de negocio, de creación

de valor o captura de valor o ambas y se prestan para crear subcategorías y, por lo tanto, la oportunidad de un mapa significativo. Este mapa puede superponerse al mundo real de una industria, o la forma de pensar de un empresario, y al comparar el mapa con la tipología completa, podemos identificar la gama de modelos existentes. Por lo que el modelo de negocio es considerado como una plantilla que incorpora dentro de él un conjunto de relaciones causa-efecto.

Existen distintos tipos de modelo de negocio que la gran mayoría de las empresas utilizan y adoptan para encontrar una ventaja competitiva. Entre otros, se tiene: i) *Publicidad*, el fundamento de este modelo gira en torno a la creación de contenido que las personas desean leer o ver y luego mostrar publicidad a sus lectores o espectadores; ii) *Afiliado*, este modelo de negocio está relacionado con el modelo de publicidad, pero tiene algunas diferencias específicas, utiliza enlaces incrustados en el contenido en lugar de anuncios visuales que son fácilmente identificables; iii) *Desintermediación*, este se refiere cuando se desea hacer y vender algo en las tiendas, normalmente trabaja con una serie de intermediarios para obtener su producto de la fábrica a la estantería de la tienda; iv) *Franquicia*, es cuando se concede una licencia para utilizar una idea de negocio o marca; v) *Mercado*, este permite a los vendedores listar artículos en venta y proporcionar a los clientes herramientas fáciles para conectarse con los vendedores. Este conjunto de modelos, refieren a un concepto tradicionalmente utilizado por las empresas, y que hasta antes de la globalización de mercados, generaba una ventaja competitiva [4].

Un modelo de negocio describe las bases con las que una empresa crea, proporciona y capta valor, [5] de manera tal que como organización es posible identificar quién es, cómo hace las cosas, y cómo puede intervenir

con el fin modificar lo establecido para hacer las cosas de manera más eficiente. A su vez, el Modelo Canvas, busca que los proyectos se gestionen como unidades de negocio, además, el potencial emprendedor en la gestión de proyectos; en otras palabras, es una herramienta pertinente en un contexto de emprendimiento e innovación, que, si bien el plan de negocio es importante, debe ser flexible, pendiente a responder a las oportunidades y necesidades de la organización donde se aplique.

Lo antes expuesto nos lleva a considerar que existen diferentes tipos de modelos o planes de negocios que fueron diseñados para actividades industriales, mercantiles y de servicio específicos, de tal forma que estos modelos tienen la estructura que la organización les requirió en su momento; aun cuando este tipo de modelos o planes tienen como limitante que son complejos y poco flexibles, la tendencia advierte que en la actualidad se requiere de modelos ágiles y flexibles que permitan adaptarse a las distintas variables que influyen en la empresa.

En el presente trabajo se propone el diseñar de un modelo de negocio en una planta procesadora de alimento para cerdo, ubicada en el sur del estado de Sonora, México; la cual produce para atender las diferentes etapas¹ de desarrollo del animal, tales como cuarentena, de gestación, maternidad, destete y engorda. Cuenta con antigüedad de 30 años y provee a 28 granjas, distribuidas entre los estados de Sonora y Sinaloa. La principal actividad de los clientes es la producción de cerdos en pie, los cuales son engordados en tallas de 120 kg a 125 kg de acuerdo con los requerimientos de calidad en gradeo, rendimiento magro y crecimiento del producto. La planta procesadora tiene como

proveedores principales a distintas asociaciones productoras de grano, así como también de aceites y concentrados con vitaminas, los cuales aportan insumos que se agregan a la fórmula para complementar el alimento elaborado.

Los proveedores juegan un papel preponderante para la planta procesadora, debido a que proporcionan la materia prima necesaria para la elaboración de los productos requeridos por sus clientes. Entre los proveedores y la planta procesadora de alimentos existe una alianza estratégica para garantizar el abasto adecuado y mantener la calidad del producto.

Con base en el estado de arte descrito se presenta este trabajo, el cual tiene como objetivo diseñar el modelo de negocios para la planta de alimentos para cerdo, mediante el Modelo de Negocios Canvas con la finalidad de mejorar su propuesta de valor actual [6]. Esto es, debido a la necesidad de la planta para actualizar y mejorar sus actividades o procesos claves. Para dicha planta es de suma importancia que sus colaboradores puedan identificar como contribuyen al desarrollo del Modelo de Negocio Canvas y puedan observar las áreas de oportunidad por medio de esta herramienta ágil [7]. Todo esto para que mejore la calidad del servicio que se brinda de una mejor forma a sus clientes conforme a la demanda y exigencias de su producto.

2. Trabajos relacionados

En el siguiente apartado se mencionan diferentes trabajos que fueron consultados con el fin de conocer la utilidad del Modelo de Negocios Canvas en diferentes ámbitos [8] en los cuales se ha logrado abstraer de una

¹ Estas etapas caracterizan el desarrollo cronológico y físico del cerdo, desde el nacimiento hasta alcanzar el estándar de calidad requerido.

forma sencilla cómo los negocios u organismos funcionan.

En el trabajo elaborado en [9], se abordó la problemática de las Mipymes que se dedican a la seguridad y salud ocupacional, ya que no logran cumplir con los estándares de calidad en distintos ámbitos y que normalmente se encuentran reguladas por las organizaciones gubernamentales, debido al incumplimiento en las normativas y la mejora de los estándares de calidad. Para esto se aplicó el Modelo de Negocio Canvas con la información más importante acerca del tamaño del mercado, necesidades de las empresas, así como de oferta y demanda. Para esto se utilizaron fuentes de información primarias, recopilación de datos y encuestas. Como resultados de este análisis se diseñó el plan de negocio para la creación de una empresa de Servicios de Seguridad y Salud Ocupacional para Mipymes, orientada a mejorar la seguridad y la salud ocupacional de los colaboradores que prestan sus servicios personales y profesionales a estas empresas demostrando la factibilidad del negocio para satisfacer sus necesidades.

En el trabajo presentado en [10], se abordó la problemática social referente al desempleo, debido al incremento del trabajo poco digno y a su vez el incremento del comercio informal que afecta de manera negativa a la sociedad. Por ello, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un Modelo de Negocio Canvas para la implementación de una empresa de servicios de aseo y limpieza para hogares, oficinas y negocios con el fin de formalizar y dignificar este tipo de actividad económica. Para esto se hizo uso de un buen planteamiento del segmento de mercado, el cual estuvo enfocado a la propuesta de valor que determinó ofrecer servicios integrales con altos estándares de calidad con el personal debidamente capacitado y certificado mostrando compromiso con los clientes.

Asimismo, en el trabajo informado en [11] se presenta la necesidad de identificar el modelo de negocio de una empresa consultora, la cual desconocía su mercado objetivo, es decir no había logrado establecer al cliente como su objetivo principal en relación a los servicios ofrecidos, por lo que su propuesta de valor no hacía diferencia con respecto a su competencia, su principal objetivo fue diseñar un modelo de negocio bajo la metodología del Modelo de Negocio Canvas. El resultado fue la propuesta diferenciadora de establecer un modelo fundamentado en métodos de ejecución basados en procesos de negocio, así como las buenas prácticas para orientar a la organización logrando ofrecer a sus clientes asesoría, revisión y corrección, optimización de tiempo y dinero, mejoramiento de procesos satisfaciendo las necesidades de los clientes como su principal propuesta de valor.

En el trabajo presentado en [12], muestra la problemática de la empresa comercializadora D' Perfect Color, la cual no había implementado una herramienta de gestión que le permitiera conocer su propuesta de valor para sus clientes. Por ello, este estudio se enfocó a implementar el Modelo de Negocios Canvas para poder crear un modelo con el cual la empresa se pueda posicionar y obtener una ventaja por medio de una propuesta de valor diferenciadora sobre sus competidores. Con la aplicación del Modelo de Negocios Canvas se logró abordar el negocio desde un punto de vista abstracto, teniendo en cuenta las áreas clave a desarrollar como la prioridad e importancia otorgada a los clientes para el mejor funcionamiento del negocio, además de lograr una aproximación más cercana a la realidad. Es claro que los objetivos propuestos al inicio de este proyecto se lograron con satisfacción y se logró que la empresa fuera más competitiva.

El trabajo presentado en [13], trata los problemas del crecimiento poblacional como un detonador de demanda a los servicios de salud, así como también del crecimiento de la clase media como una consecuencia en la demanda de los productos farmacéuticos. Para esto se realizó un análisis y descripción del modelo de negocio de la empresa farmacéutica similares y su forma de crear valor. Esto fue mediante un estudio de caso en el que se examinó el éxito de la industria farmacéutica en México, donde se observó que el planteamiento de la propuesta valor estuvo enfocada en el conocimiento de su segmento de mercado, el cual estuvo basada por el crecimiento demográfico y el aumento de la clase media. Con el uso de la herramienta de Modelo de Negocio Canvas se identificó que este negocio parte de un sentido social, y que su diversificación estuvo impulsada por adquisiciones y combinaciones de productos y servicios del mercado, que los caracterizó no sólo por diversificación dentro de la misma zona de especialización, sino también por la presencia en nuevas áreas como laboratorios de producción de fármacos, transportación para su propia distribución, ofrecimiento de franquicias y laboratorios de servicios médicos propios, las cuales fueron el factor de su éxito haciendo diferencia con su competencia.

Como se puede notar, los trabajos presentados en esta sección demuestran que el Modelo de Negocios Canvas es una herramienta que ha sido útil para identificar la propuesta de valor de empresas u organismos de distintos giros basados en problemas diversos. Además este modelo permite hacer análisis para conocer el estado actual de las empresas y permite solucionar los problemas relacionados con la interrelación de las diferentes áreas para satisfacción de los clientes internos y externos, que se puedan presentar mediante una metodología ágil, flexible y que permite

establecer objetivos de una manera más rápida, lo que facilita adaptarse a los diferentes cambios que enfrentan las empresas u organismos.

3. Aplicación del Modelo de Negocio Canvas en la Planta comercializadora de alimentos para cerdo

El Modelo de Negocio Canvas [5] es una herramienta que facilita la captura, la visualización, el entendimiento y la lógica del negocio ofreciendo una visión distinta de la empresa que permite la comprensión de las relaciones entre las áreas que intervienen en las decisiones. Este modelo describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor; está dividido en nueve módulos básicos que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos, cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica [14].

Para documentar el Modelo de Negocios Canvas para la planta de alimentos para cerdo se realizaron cuatro actividades, que se describen a continuación:

1. Entrevista inicial. - Se realizó una entrevista al responsable de la planta con el fin de conocer los diferentes procesos que constan desde la entrada del camión con materia prima hasta la salida del mismo y la carga del producto terminado.

2. Visita a planta. - se visitó la planta de elaboración de alimentos para cerdo con el objetivo de observar las actividades que se realizan de manera específica, por lo que se encontraron 9 técnicas clave que conforman el proceso de producción, las cuales son i) recibimiento de la materia prima, ii) pesaje de la materia prima, iii) descarga de materia prima, iv) proceso de molienda, v)

premezclados, vi) mezclados, vii) envío de producto terminado a tolvas, viii) carga del camión con el producto para su envío, ix) pesaje el camión con el producto. Además se realizó un inventario de recursos y de las instalaciones con las que se cuenta.

3. Segmentación de clientes. - se realizó una segmentación de los clientes de la planta de elaboración de alimentos para cerdo con el uso de formatos de diseño del segmento de clientes propuesto por [15] que fueron llenados por personal responsable de cada una de las 15 granjas que conforman los clientes de la planta, donde los encargados de ellas proporcionaron información relacionada con datos demográficos, geográficos, tipo de comunidad, capacidad de producción, necesidades como cuántas toneladas de alimento se requieren al mes, qué le ofrece cada granja a la planta de elaboración de alimentos para cerdo, tipos de granja, accesibilidad a las granjas, su modelo de comunicación, el número de granjas del mismo tipo, frecuencia de pedido de alimento, así como sus indicadores para el producto recibido.

4. Elaboración de Formatos “value proposition”. - con la información obtenida en la segmentación y la información recolectada de los distintos procesos obtenidos de la visita a la planta de elaboración de alimentos para cerdo, se elaboraron las propuestas de valor y el mapa de empatía [16] que ayudaron a la elaboración del Modelo de Negocio Canvas.

Por lo anterior, y con el fin de establecer el conocimiento que la planta requiere de las diversas áreas que la conforman, se realizó el lienzo de Modelo de Negocio Canvas, que

consta de 9 pasos, los cuales se explican a continuación:

1. Segmento de cliente: para este indicador la planta procesadora cuenta en su cartera de clientes con 28 empresas ubicadas en la región sur de Sonora, a las cuales provee en exclusiva el alimento. En el presente estudio participaron 15 granjas, entre las cuales se cuentan 5 denominadas de ciclo completo, 1 granja de destete, 8 de tipo engorda y 1 de engorda y destete.

2. Propuesta de valor: en este paso se tuvo como objetivo conocer qué iniciativa puede aportarles valor a los clientes de la planta, se identificó que ésta garantiza la calidad del alimento con estándares superiores respecto a la competencia, ofrece una exclusividad del producto elaborado, facilita cambios en las entregas del producto, mejora la accesibilidad y comunicación con los clientes.

3. Canales de distribución: esta se refiere a cómo se le hace llegar la propuesta de valor al cliente, el objetivo identificado es tener una buena distribución de los productos ofrecidos mediante entregas a través de una flotilla de camiones con salidas programadas gradualmente con cada uno de los clientes según lo especifiquen los pedidos solicitados.

4. Relación con el cliente: el objetivo fue conocer la relación de los clientes con las granjas, aquí se identificó que existe un intercambio de información con cada uno de los clientes vía telefónica. Esto con base a las especificaciones que el cliente requiera para posteriormente realizar la programación necesaria con respecto a la demanda.

5. Flujos de ingresos: en este paso se determina cómo se obtendrá la ganancia por medio de la propuesta de

valor, identificando que la venta de alimento a los distintos clientes establecidos genera cerdos de mayor calidad, así como también el aprovechamiento de los desperdicios para su venta.

Después de que se logró obtener la información necesaria sobre el entorno de la organización, se procedió a analizar los pasos que contribuyen a la propuesta de valor.

6. Recursos clave: en este punto se muestra lo que se requiere para llevar a cabo las actividades de la planta. Los recursos que se encontraron fueron la maquinaria para la elaboración del producto, las máquinas de molienda, bandas transportadoras, tolva bascula, mezcladoras, silos de almacenamiento, tolvas de producto terminado, edificios y las redes de distribución. También se considera como recurso clave los insumos (e.g. vitaminas, aceites, concentrados, granos, etc.) que son recursos esenciales para la elaboración del producto. También son clave los recursos intelectuales que incluyen las fórmulas de los alimentos y las bases de datos de los clientes. Finalmente se identificó como recursos financieros posibles nuevos empleados, sistemas a implementar, sistemas gráficos visuales, entre otros.

7. Actividades clave: este punto nos muestra los procesos que son parte fundamental para lograr el objetivo principal de la planta. Las actividades encontradas que inciden en la propuesta de valor son:

Pruebas de calidad: se analiza que la materia prima recibida cumpla con los estándares establecidos por la organización.

Almacenamiento: el producto recibido pasa a los silos de

almacenamiento donde se resguarda para el momento de su uso.

Proceso de molienda: la materia prima recibida pasa a este proceso para poder aprovecharla de la mejor manera.

Mezclados: se combinan los diferentes ingredientes que se requieren para elaborar el alimento.

Carga del producto: se procede a llenar los camiones para la distribución del alimento a los diferentes clientes que lo solicitaron.

Envío de producto: el producto es enviado al cliente que lo solicitó en el camión de transporte.

8. Aliados clave: este paso tiene como objetivo conocer quiénes son los aliados principales para el funcionamiento de la planta de elaboración de alimentos para cerdo. Los principales socios clave que fueron encontrados son:

Vimifos: este proveedor abastece a la planta de medicamentos y vitaminas necesarias para la realización de sus productos, ofrece los mejores precios y a su vez la calidad requerida por los estándares establecidos, así como también es un proveedor de emergencia y provee de alimentos cuando se necesita.

Almacenadoras de grano: almacenadoras como San Rafael, Aríc, Pacea y C. de Palma, son las que proveen de materia prima a la planta de elaboración de alimentos para cerdo y tienen abastecida a la planta de distintos granos que

se utilizan para la elaboración del alimento para cerdo.

Nutrikowi: este es un proveedor de emergencia al igual que Vimifos que abastece de alimento a la planta cuando se necesita.

9. Estructura de costos: en este punto se dividen los costos que impactan en la propuesta de valor, de los cuales se identificaron nómina, materia prima, producción, mantenimiento, flotilla de camiones

de transporte del alimento y operación. Estos costos son con los que cuenta la planta de elaboración de alimentos para cerdo y que son de suma importancia en el logro de las metas y objetivos de negocio.

Con toda la información recopilada de la organización se documentó el lienzo del Modelo de Negocio Canvas con sus elementos y especificaciones correspondientes como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Lienzo modelo de negocio Canvas aplicado a la Planta de elaboración de alimento para cerdo.

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
Los socios clave que apoyan a la organización son: - Vimifos - Nutrikowi - Almacenadoras de grano	- Pruebas de calidad. - Almacenamiento. - Molienda. - Mezclados. - Cargar alimento. - Envío de producto.	- Estándares de calidad de alimento respecto a la competencia. - Exclusividad del producto elaborado. - Optimización y disponibilidad de cambios en la entrega del producto.	Hay un intercambio de información con cada uno de los clientes por medio de la vía telefónica con base a las especificaciones que este requiere y realizar la programación necesaria.	Se analizaron como segmentos un total de 15 granjas porcinas de la organización, segmentando por tipo de granja las cuales fueron: 5 granjas ciclo completo 1 granja de destete 8 granjas de engorda 1 granja de engorda y destete.
	Recursos Clave - Máquina de molienda - Tolva báscula - Mezcladoras - Silos de almacén - Tolvas de producto terminado. - Banda transportadora		Canales La distribución se realiza a través de una flotilla de camiones previamente programada para la salida con cada uno de los clientes.	
Estructura de Costos Los costos están divididos por: - Nómina. - Materia prima. - Producción. - Mantenimiento. - Flotilla de camiones. - Contabilidad. - Servicios.		Estructura de Ingresos - Venta de alimentos a las distintas granjas. - Aprovechamiento de los desperdicios salientes para su venta. - Generar animales de calidad.		

4. Consideraciones finales e implicaciones

En este artículo se diseña un modelo de negocio para una planta de elaboración de alimentos para cerdo utilizando la metodología del Modelo de Negocio Canvas,

con la finalidad de que la empresa visualice su propuesta de valor actual y pueda reducir su riesgo detectando oportunamente las áreas de oportunidad, debido a que con la información resultante los directivos de la

planta pueden plantear estrategias y acciones coherentes a su misión y visión como empresa.

Esta procesadora de alimentos no dispone de una plantilla Canvas, aun cuando los tomadores de decisiones requieren información disponible de su situación actual, en este sentido el Modelo de Negocio Canvas permite que esta información sea generada de manera ágil y flexible, debido a que la alta dirección requiere diseñar y controlar no solo aspectos clave para satisfacer a los clientes actuales, sino también incluir aspectos que permitan la buena marcha y desarrollo del modelo de negocio [17]. Es aquí donde se estableció la necesidad aplicar este modelo para que de éste resulten iniciativas y objetivos enfocados a medir y controlar los aspectos relevantes de este negocio.

El Modelo de Negocios Canvas tienes varias limitantes que es importante tomar en cuenta, entre ellas la más común es el nivel de abstracción [8], lo cual dificulta la implantación de estrategias, pues no proporciona indicadores ni las relaciones que tienen los factores clave involucrados en el modelo, por lo que se debe considerar el identificar las fortalezas y debilidades de cada proceso del modelo de negocio y de esta forma poder elaborar iniciativas que ayudan a reducir las debilidades y consolidar las fortalezas.

Es por ello que se deben seguir las siguientes implicaciones que trae consigo el Modelo de Negocios Canvas [18] para la planta de elaboración de alimentos para cerdo:

1. Detectar fortalezas y debilidades de cada una de las áreas que conforma este Modelo de Negocio. Con esto se pueden establecer iniciativas que contribuyan a la consecución de los objetivos y a su vez reforzar las áreas débiles con base a las iniciativas establecidas.

2. La flexibilidad de este modelo facilita la toma de decisiones inmediatas sin esperar a identificar un indicador bajo, es decir detecta desviaciones que dificulten o impidan el logro de objetivos sin tener cuantitativamente la información del indicador. Esto con el fin de lograr identificar distintos indicadores de los procesos antes de que estos se encuentren en estado crítico.

3. Este modelo permite adaptabilidad, de tal manera que los procesos que no se encuentren en el lienzo (Figura 1) se pueden ir agregando y posteriormente pueden ser propuestos para la ayuda del cumplimiento de objetivos de la planta. Esto es de gran ayuda debido a que el modelo no se limita a ciertos objetivos y conforme la planta modifique objetivos y metas el Modelo de Negocio Canvas se acoplará a ello.

4. Los apartados de flujo de ingresos y costos del Modelo, facilitan a la planta la visualización y análisis de los objetivos trazados por los directivos, puesto que ayudan a las metas del negocio y de ser necesario mejoran algunos de ellos.

5. Los apartados de propuesta de valor, segmento de clientes y relaciones del cliente, facilitan el análisis de los objetivos de la propuesta de valor ya que dicha propuesta puede ser reforzada o modificada con base a lo que el cliente esté demandando, esto según la percepción y la calidad del producto ofrecido por la misma planta.

6. Los apartados de canales de distribución y actividades clave del modelo facilitan el análisis de cómo el producto es transportado de una manera eficiente y a su vez contempla contingencias que resulten de imprevisto.

7. Los apartados de recursos y aliados clave ayudan a identificar y reflexionar sobre los diferentes tipos de alimentos con los que dispone la planta y como estos pueden ser aprovechados de una forma más eficiente por nuestros clientes según sus especificaciones.

El Modelo de Negocios Canvas ha sido utilizado y probado en diversos giros a nivel internacional con éxito [19]. Esta Herramienta aun cuando fue diseñada para ayudar a definir propuestas de valor para startups ha sido utilizada para abstraer Modelos de Negocios Canvas de empresas con procesos complejos otorgando un planteamiento holístico, además ha comprobado efectividad para establecer iniciativas encaminadas a la consecución de objetivos, además su planteamiento abstracto facilita la flexibilidad en el acomodo de los elementos de sus distintas áreas, esto es, permite observar a nivel dirección que iniciativas funcionan y contribuyen a la consecución de objetivos.

Con este Modelo de Negocio Canvas se pretende inferir un mejor planteamiento de objetivos por medio de la identificación de los distintos elementos del modelo en la propuesta de valor, generando objetivos mínimos viables.

5. Conclusiones

Este trabajo suministró herramientas para el desarrollo y análisis de negocios que son indispensables en un mundo globalmente competitivo, el Modelo de Negocios Canvas permitió abstraer las actividades operativas y administrativas de la Planta de alimento para cerdo ofreciendo las herramientas necesarias para la definición de la propuesta de valor en base a la aplicación de utilidades del modelo que ayudaron a conocer las necesidades y

deseos de sus clientes, esto es, se analizó la segmentación de clientes, también se realizó un estudio de la segmentación por medio del análisis del mapa de empatía, logrando consolidar la propuesta de valor actual de la planta, la identificación de las áreas restantes del Canvas ofrecen una visión ordenada de las actividades de la organización y la interrelación de las mismas ofreciendo la oportunidad de realizar modificaciones considerando distintos escenarios que se puedan presentar por medio de iniciativas que contribuyan a la consecución de los objetivos, estas iniciativas pueden establecerse para cada escenario planteado. Lo antes expuesto demuestra la flexibilidad del Modelo de Negocios Canvas y la capacidad de este en incidir en la toma de decisiones de la organización. De allí que toda organización que cuente con su modelo de negocios bien estructurado puede sortear las incertidumbres de las fuerzas tanto internas como externas contemplando desde una nueva perspectiva las oportunidades y amenazas en un escenario global y competitivo.

6. Referencias

- [1] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, and Tucci, Christopher L. 2005. "*Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept*", Communications of the Association for Information Systems: Vol. 16, Article 1. DOI: 10.17705/1CAIS.01601 Available at: <https://aisel.aisnet.org/cais/vol16/iss1/1>.
- [2] Zott, C., & Amit, R. 2013. *The business model: A theoretically anchored robust construct for strategic analysis*. Strategic Organization, 403-411.
- [3] Baden-Fuller, C., & Mangematin V, 2013. "*Business models: A challenging agenda*" Volume: 11 issue: 4, page(s): 418-427 Available at: <https://doi.org/10.1177/1476127013510112>.

- [4] Parson, Noah, 2012. *What Is a Business Model? Business Models Explained*; <https://articles.bplans.com/what-is-a-business-model-business-models-explained/>.
- [5] Osterwalder, A., & Pigneur, Y, 2010. *Business model generation : A handbook for visionaries*. Clearance Center, Inc. USA.
- [6] Cedillo Auquilla Diego Gerardo, 2010. *Generación de un modelo de negocios para la gestión e implementación de una empresa que solvente las necesidades de asesoría, dirigido de manera particular a las mipymes en temas de seguridad y salud ocupacional*. Universidad Politécnica SALESIANA. Ecuador.
- [7] Osterwalder Alexander & Pigneur Yves, 2010. *business Model Generation*, Barcelona, España, Desusto.
- [8] Osterwalder, Alexander, 2009. *Obstáculos de la innovación en los modelos de negocios*.
- [9] Soto Nuñez Antonio, Sánchez Galván Fabiola, Bautista Santos Horacio, Purroy Vázquez Rubén, 2017. *Uso de la metodología business model canvas para comercializar un dispositivo electrónico para tratamiento de artritis reumatoide*, México, Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad.
- [10] Benavides Sánchez Paula, 2017. *Profundización para tecnologías gestión de marketing para el emprendimiento social*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Pitalito-Huila, Colombia.
- [11] Sierra Basantes Erika Johana, 2015. *Ventajas del modelo de negocio "Lean Canvas" en comparación al plan de negocios tradicional para emprendimientos dinámicos naciendo en el distrito Metropolitano de Quito*. Universidad Del Pacífico. Quito.
- [12] Hernández Bedoya Estrella Maris, Silva Gómez Armando, 2016. *Modelo de negocios Canvas aplicado a la empresa D`Perfect color comercializadora de productos de lencería*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Pitalito, Huila, Colombia.
- [13] Sánchez Guerrero Marisol, Arellano González Alejandro, 2017. *Utilización del modelo de diagnóstico Canvas en el análisis de un caso de la industria farmacéutica en México*. Revista Ciencias Administrativas. México.
- [14] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, 2005. *Clarifying Business Models: origins, present, and future of the concept*. Communication of the Association for Information Systems, Clearance USA. Center, Inc.
- [15] Mouriño Javier, 2018. *Authentic Leaders: Emprendimiento basado en innovación e impacto*, México, ilab.
- [16] Sánchez Vásquez José Manuel, Vélez Elorza María Luisa, & Araújo Pinzón Pedro 2016. *Balanced scorecard para emprendedores: desde el Modelo Canvas al cuadro de mando*, España, Revista de la facultad de ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada.
- [17] Castillo S, 2017. *Aplicación de Teoría C-K y modelo de negocios Canvas para asistir el diseño de nuevos servicios*, Coloquio de Investigación Multidisciplinaria.
- [18] Clark, T., Osterwalder, A., Pigneur, Y, 2012. *Business Model You: A One-Page Method For Reinventing Your Career*, London, Wiley.
- [19] Osterwalder, Alexander, Pigneur Yves, 2003. *"Towards Strategy and Information Systems Alignment through a Business Model Ontology"*, USA, Proceedings of the Annual Conference of the Strategic Management Society.

El Examen de Grado se presentó el día 06 de septiembre de 2019
en Ciudad Obregón, Sonora, México
según consta en el acta número 2303
registrada por el Departamento de Registro Escolar.

Folio No. 44121

CERTIFICACIÓN DE ANTECEDENTES ACADÉMICOS
POSGRADO MAESTRÍA

No. de control: 33265

Nombre: RAMOS SOLÍS CARLOS EDUARDO

Nacionalidad: MEXICANA

Grado: MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LOS NEGOCIOS

CURP: RASC910806HSRMLR06

Estudios profesionales

Licenciatura: EN ADMINISTRACIÓN

Nº de Cédula: 042323 (CÉDULA DEL ESTADO DE SONORA)

Estudios de posgrado

Institución: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Maestría: EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LOS NEGOCIOS

Entidad Federativa: 26

Período: 2017-2019

Examen de grado, fecha: 06.SEP.19

Institución Educativa que otorga el grado



Mtra. Margarita Ross Ramirez
Jefa del Departamento de Registro Escolar



Nº 16773

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2018

Año 4, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González



Difusión vía red de cómputo

Noviembre de 2018



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 4 Núm 1, noviembre de 2018, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04- 2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco, en colaboración con: Dr. Joaquín Cortez González, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo y Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 08 de Noviembre de 2018.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industria



Maestría en Tecnologías de la
Información para los Negocios

Noviembre 2018

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 4, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Soltero, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Joaquín Cortez González.

Posgrado en Ingeniería Industrial

División de Ingeniería

Universidad de Sonora

Maestría en Ingeniería Electrónica

Maestría en Ingeniería Industrial y

Maestría en Ciencias de la Computación

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 4, Número 1.

2018: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Soltero, Dr. Alonso Pérez Soltero,
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Joaquín
Cortez González

Noviembre de 2018

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de
Hermosillo

2018.

354 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico
Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del
Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Arcos de Belén No. 79, Piso PH(11)

Col. Centro,

Delegación Cuauhtemoc

C.P. 6010, Distrito Federal

ISSN: 2448-7473

La presente revista está constituida por los reportes de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en algunos de los posgrados del área de ingeniería de las instituciones participantes. Por un lado, están los relacionados a “resultados de investigación” y por otro, los pertenecientes a “avances de investigación”.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores. Ni las instituciones que apoyaron en la organización de este volumen, ni los editores del mismo, se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

Directorio

Universidad de Sonora

Dr. Enrique Fdo. Velázquez Contreras
Rector

Dra. Arminda Guadalupe García de León Peñúñuri
Secretaria General Académica

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros
Secretaria General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez
Vicerectora de la Unidad Regional Centro

Dr. Martín Antonio Encinas Romero
Director de la División de Ingenierías

M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Hermosillo

M.C.E. Carmen Adolfo Rivera Castillo
Director

M.C. Aureliano Cerón Franco
Subdirector Académico

Ing. Sergio Tadeo Leyva Fimbres
Subdirector de Planeación y Vinculación

M.A. María de los Ángeles Carrillo Atondo
Subdirectora Administrativa

M.C.O. Rosa Irene Sánchez Fermín
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Javier José Vales García
Rector

Dra. Sonia Beatriz Echeverría Castro
Vicerrectora Académica

Mtro. Javier Portugal Vásquez
Director de la División de Ingeniería y Tecnología

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez
Director de Unidad Navojoa

Comités Académicos

**Comisión Académica del Posgrado en Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora**

Dr. Alonso Pérez Soltero (Coordinador del Posgrado en Ingeniería Industrial)
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Guzmán Gerardo Alfonso Sánchez Schmitz

**Consejos de Posgrado de las Maestrías en Ciencias de la Computación,
Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo**

Ingeniería Electrónica

Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. José Antonio Hoyo Montaña Dra.
Rosaila del Carmen Gutiérrez
Urquidez
Dr. Jorge Alberto Orrante Sakanassi
M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante
M.C. Fredy Alberto Hernandez Aguirre
M.C. José Manuel Chávez
M.C. Jesús Manuel Tarín Fontes

Ciencias de la Computación

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Abelardo Mancinas González
MC. César Enrique Rose Gómez
MC. Ana Luisa Millán Castro
MC. Sonia Regina Meneses Mendoza
MSI. Fernando Javier Carrasco Guigón

Ingeniería Industrial

Dr. Enrique de la Vega Bustillos
Dr. Francisco Octavio López Millán
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dr. Gerardo Meza Partida
M.C.I. Gilberto Orrantía Daniel
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde

Instituto Tecnológico de Sonora

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres (Responsable de Programa)

Dra. Elsa Lorena Padilla Monge

Mtro. Iván Tapia Moreno

Mtro. Jesús Antonio Gaxiola Melendrez

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Dra. Cynthia Beatriz Pérez Castro

Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Dr. Armando García Berumen

Revisores de las instituciones organizadoras

UNIVERSIDAD DE SONORA

M.C. Carlos Anaya Eredias
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Agustín Brau Avila
Dr. Federico Cirett Galán
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dra. Maria de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Dr. René Navarro Hernández
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Jaime Olea Miranda
Dr. Jesús Horacio Pacheco Ramírez
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dra. Raquel Torres Peralta
Dr. Victor Manuel Herrera Jiménez

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Jorge Alberto Orante Sakanassi.
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde
M.C. Aureliano Cerón Franco
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza
M.C. Ana Luisa Millán Castro
M.C. Flor Ramírez Torres
M.C. César Enrique Rose Gómez
M.S.I. María de Jesús Velázquez Mendoza
Ing. Carlos Alberto Pereyda Pierre

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dra. Erica Cecilia Ruíz Ibarra

Dr. Joaquín Cortez González

Dr. Armando García Berumen

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Mtro. Adolfo Espinoza Ruíz

Mtra. María Paz Guadalupe Acosta Quintana

Mtro. Mario Alberto Núñez Luna

Dr. Joel Ruiz Ibarra

Revisores externos

Dr. Gerardo Arceo Moheno, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Ramón Andrés Díaz Valladares, Universidad De Montemorelos, México

Dra. María Teresa Escobedo Portillo, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dra. Guisselle A. García Llinás, Universidad Del Norte, Colombia

M.S.C. David Martínez Sierra, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Alexis Messino Soza, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Javier Molina Salazar, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Pablo Payró Campos, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Lázaro Rico Pérez, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Roberto Romero López, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Heleodoro Sotelo Sánchez, Universidad De Occidente Unidad Guasave, México

Dr. Adolfo Alberto Vanti, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Ivan Henrique Vey, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Miguel Wister Ovando, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Prefacio

Entre las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior se encuentra realizar investigación y vincularse con la sociedad, su cultura y el desarrollo. Esta revista es un medio que contribuye a ello, ya que en su contenido se presentan los trabajos de investigación desarrollados en el presente año, en algunos de los posgrados de ingeniería de las instituciones participantes. El objetivo de la revista es incrementar la vinculación entre los programas participantes con el fin de que los trabajos que aquí se presentan sean de alta calidad, tal y como son requeridos en programas incluidos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT.

No se busca limitar la participación a los integrantes de los posgrados que actualmente están participando en la red, sino buscar integrarlos con otros sectores, tanto públicos como privados, ya sea a nivel licenciatura o posgrado. Para esto, como ejes se ha establecido convocar a diversos actores, y permitir la participación a través de: (i) la presentación de resultados finales de investigación y, (ii) la presentación de avances de investigación básica y/o aplicada.

Para esta edición de la revista se presentan un total de 45 trabajos, donde 14 pertenecen a resultados de investigación, mientras que 31 son relacionados a avances de investigación. Los trabajos abarcan diversas áreas de la ingeniería y han sido clasificados en 6 áreas: (i) computación y tecnologías de información, (ii) electrónica, (iii) logística y cadena de suministro, (iv) manufactura, (v) sistemas de calidad, y (vi) telecomunicaciones.

Con la esperanza de que esta revista se convierta en un espacio constante de intercambio de experiencias y de colaboración, se da la bienvenida a este Octavo volumen.

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Computación y Tecnologías de Información

- Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica.* Victor Manuel Saavedra Contreras, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez..... 1
- Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz.* Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez. 11
- Prototipo de un Sistema para Identificación y Censo de Animales en Imágenes Aéreas.* Angel Oscar Vizcarra-Llanes, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, Cesar Enrique Rose-Gomez, Guillermo Valencia-Palomo 22
- Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos.* Ramón Omar Parra-Guerrero, Ana Luisa Millán-Castro, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela, César Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza..... 34
- ROKA: una metodología de desarrollo de software para automatización industrial.* Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Sonia Regina Meneses-Mendoza 44
- Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON.* Felipe de Jesús Félix Hernández, Carlos Jesús Hinojosa Rodriguez..... 56
- Eventos de Vida y su Relación con el Padecimiento de Cáncer de Mama: Un estudio Exploratorio.* Roberto Aguilar Arredondo, Luis A. Castro, Luis-Felipe Rodríguez 64

Identificación de áreas de oportunidad de una empresa de lealtad y recompensas mediante la Ciencia de los Datos. Martín Humberto Córdova Cárdenas, Ramón Rene Palacio Cinco, Maria de los Angeles Cosio Leon, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas 74

Electrónica

Algoritmo inteligente para detección de eventos de isquemia miocárdica. Gilberto Chávez-López, César Enrique Rose-Gómez, María Trinidad Serna-Encinas, Sonia Regina Meneses-Mendoza 82

Implementación de una urna electrónica para procesos de participación ciudadana. Jesús Adolfo Islas-Gerardo, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Cesar Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza, María de Jesús Velázquez-Mendoza 91

Sistema de Monitoreo de Variables Físicas mediante Comunicación Inalámbrica. Cristhian J. Axel Campos Ante, Erica Cecilia Ruiz Ibarra, Adolfo Espinoza Ruiz, Joaquín Cortez González, Ricardo Solis Granados 102

Sistemas de Calidad

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo. Carlos Eduardo Ramos-Solis, Ramón René Palacio-Cinco, José Leonel López-Robles, Mario Alberto Nuñez-Luna . 113

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora. Ramón Antonio Valle-Morales, Luis Alberto Díaz-Vargas, Gilda María Martínez-Solano, Jorge Guadalupe Mendoza-León 121

Telecomunicaciones

Gestión del Conocimiento Basado en Geo-posicionamiento. José Luis Ochoa-Hernández, Mario Barceló-Valenzuela, Raquel Torres-Peralta, Manuel Celestino Aguilar-Osuna..... 130

B.- Avances de Investigación

Computación y Tecnologías de Información

Análisis del comportamiento turbulento de aire en separadores mecánicos de partículas, mediante Ecuación de Reynolds y simulación por computadora. Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela, Flor Ramírez-Torres, Aureliano Cerón-Franco, Lorenzo Zambrano-Salgado 141

Arquitectura Propuesta Para La Implementación De Tecnologías De La Industria 4.0 Dentro Del Proceso Minero-Metalúrgico De Molienda. Luis Alberto Hernández Díaz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Cesar Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías 150

Arquitectura Propuesta para un Traductor de Texto en Español a Texto LSM. Juan Carlos Hernández-Cruz, César Enrique Rose-Gómez, Samuel Gonzalez-López, Ana Luisa Millan-Castro, María Trinidad Serna-Encinas 156

Modelo Basado en el Pensamiento Computacional para el Aprendizaje de Fracciones en tercero de Primaria. Manuel Montijo-Mendoza, Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro, Oscar Mario Rodriguez Elias 163

Basado en Casos. César René Martínez-Aguirre, Ana Luisa Millán-Castro, Juan Pablo Soto-Barrera, César Enrique Rose-Gómez, Abelardo Mancinas-González..... 174

Propuesta de un algoritmo para la clasificación de fibrilaciones en la señal ECG usando redes neuronales profundas. Vanesa Deneb Villarreal-Saavedra, Cesar Enrique Rose-Gómez, Oscar Mario Rodríguez-Elías, María Trinidad Serna-Encinas..... 181

Hacia la Medición Automática de Habilidades Blandas. Manuel Guerrero-Gracia, Oscar Mario Rodríguez-Elias, María Trinidad Serna-Encinas, Abelardo Mancinas-Gonzalez 187

Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Detectar Áreas de Oportunidad en el Proceso de Atención del Cáncer de Mama.

Angélica Enriquez-Amaya, Raquel Torres-Peralta1, Federico Cirett-Galán, Gerardo Sanchez-Schmitz, Jose M. Juarez	194
<i>Propuesta para gestionar el capital intelectual de un proceso de innovación.</i> Mario Barcelo-Valenzuela, Dulce María Pasos-Zayas, Gerardo Sanchez- Schmitz.....	201
<i>Estrategia de minería de datos para la identificación de jóvenes en riesgo de abandono escolar en preparatorias.</i> Erick Alonso Castro-Navarro, José Luis Ochoa-Hernandez, Gerardo Sánchez-Schmitz	208
<i>Una propuesta para integrar un DSS en el área comercial de una empresa alimenticia.</i> Luis Felipe Romero-Dessens, Sergio Hugo Montaña-Martín del Campo.....	214
<i>Una propuesta para la gestión de la documentación en ambientes tecnológicos.</i> Gerardo Sánchez Schmitz, Renato Limón Badilla, Mario Barceló Valenzuela.....	220
<i>Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales en una PyME de la industria fotovoltaica.</i> Ana Laura García de León Villegas, Cynthia B. Pérez Castro.....	226
Electrónica	
<i>Control de posición de un giroscopio de 3 grados de libertad.</i> Alan E. Ruiz- Ruiz, Jorge A. Orrante-Sakanassi, Guillermo Valencia-Palomo, Freddy A. Hernández-Aguirre	233
<i>Módulo para medición de variables en una planta tratadora de aguas residuales con control automático de temperatura.</i> Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.....	239
<i>Propuesta para la instrumentación de una plataforma tipo cardán para la medición y estimación de variables de un vehículo aéreo no tripulado.</i> Carlos Madrid-Solis, Guillermo Valencia-Palomo, Jorge A. Orrante- Sakanassi, Rosalía del C. Gutiérrez-Urquidez, Abraham Villanueva- Grijalba, José A. Hoyo-Montaña.....	247

Diseño y análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar. Luis Álvarez Romero, Víctor Herrera Jiménez 253

Logística y Cadena de Suministro

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS. Pablo Gustavo Rodríguez-Morales, Francisco Octavio López-Millán, Germán Alonso Ruiz-Dominguez 260

Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministro en tiendas de conveniencia. Luis Felipe Romero Dessens, Manuel Oscar Ibarra Rodríguez..... 268

Implementación de un sistema de mejora para el suministro y flujo de materiales basado en principios y herramientas de logística esbelta. Jaime Leon Duarte, Milka Larrinaga Muro 274

Propuesta de implementación de una estrategia de producción esbelta para la mejora del flujo de materiales de un proceso de ensamble en una empresa manufacturera. Ricardo Ortega Del Castillo, María Elena Anaya Pérez 281

Metodología de Gestión de Proyectos en una empresa dedicada al Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Gerardo Sánchez-Schmitz, Oscar Oswaldo Acosta-Villavicencio 287

Metodología Para La Mejora De Un Proceso De Manufactura De Arneses Electrónicos Mediante Un Sistema de Trazabilidad Interno. Blanca Melissa De La Re-Iñiguez, Jaime Alfonso León-Duarte, Jaime Olea Miranda 293

Propuesta para la integración de materiales no utilizados a la cadena de valor en una empresa manufacturera. Melissa del Carmen Aviña-Olivares , Jaime Olea-Miranda, Jaime Leon-Duarte, Alonso Pérez-Soltero 300

Rediseño del área de almacén para mejorar el flujo de materiales en una empresa comercializadora. Luis Felipe Romero-Dessens, Mónica Flores-López..... 306

Manufactura

Propuesta de mesa interactiva para producción de arneses para la industria aeroespacial. José Ulises García Verdugo, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes, Carlos Alberto Pereyda Pierre 313

Propuesta de Metodología de Prototipado Virtual en el Diseño y Manufactura de Moldes para Inyección de Plásticos. José Luis Martínez-Montaño, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Gilberto Orrantia-Daniel 322

Sistemas de Calidad

Diseño de un Sistema de Medición y Control de la Productividad. Jorge Edgar Félix-Félix , Gilberto Orrantia-Daniel, Germán Alonso Ruíz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Jaime Sánchez-Leal ... 328

Valoración de la disminución del desempeño en actividades laborales. Luis Angel Gámez-Dávila, Gerardo Meza-Partida, Javier Enrique de la Vega-Bustillos, Francisco Octavio López-Millán. 336

Una propuesta para gestionar los activos de conocimiento en una empresa elaboradora y distribuidora de pastas. Mario Barcelo-Valenzuela, Marcela Rodríguez Domínguez, Alonso Perez-Soltero 340

Un Sistema de Gestión de Riesgos Laborales en una Empresa de la Industria Alimenticia en Hermosillo Sonora. Jesus Martin Rivera Grajeda, Jaime Alfonso León-Duarte, Jaime Olea-Miranda..... 348

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

Carlos Eduardo Ramos-Solis¹, Ramón René Palacio-Cinco²,
José Leonel López-Robles², Mario Alberto Nuñez-Luna².

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Náinari,
Av Antonio Caso 2266, Colonia Villa ITSON, 85137 Cd Obregón, Sonora, México.
cramossolis91@gmail.com

² Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa,
Ramón Corona S/N, Colonia ITSON, CP. 85860, Navojoa Sonora, México.

[ramon.palacio, jose.lopezr, mario.nunez}@itson.edu.mx](mailto:{ramon.palacio, jose.lopezr, mario.nunez}@itson.edu.mx)

Resumen. Con el propósito de apoyar al buen funcionamiento y monitoreo de la producción de alimentos para cerdo, se diseñaron distintos indicadores de desempeño en los procesos involucrados en la planta de alimentos donde se realizó la investigación. El objetivo del presente artículo es ofrecer una descripción sobre las actividades y herramientas utilizadas en el diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones mediante la revisión y documentación de la realización correcta de los procesos. Por lo cual se describen textualmente sus casos de uso y se brindan distintas recomendaciones para el mayor aprovechamiento de dichos indicadores y obtener mejores resultados que los que se tienen en la actualidad.

Palabras clave: Procesos, Indicadores, Indicadores de desempeño, Producción de alimentos, Toma de decisiones.

1 Introducción.

La porcicultura en México es una de las principales actividades económicas del subsector pecuario, el consumo de la carne de cerdo ocupa el tercer lugar a nivel nacional y representa la actividad productiva con mayor captación de la producción de granos forrajeros. Existen cerca de un millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de 2 millones de familias dependen de esta actividad, la

Ramos-Solis CE, Palacio-Cinco RR, López-Robles JL, Nuñez-Luna MA (2018) Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):113-120

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

cual genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos, siendo Jalisco y Sonora las principales entidades productoras de carne de cerdo, al participar con 18.9 y 17% de la oferta nacional en el 2014, respectivamente. Le siguen en orden de importancia Puebla (12.3%), Veracruz (9.2%), Yucatán (8.6%), Guanajuato (8.3%) y Michoacán (3.2%) [6].

México se ubica como el quinto país proveedor de carne de cerdo a Japón, dentro de una lista de 20 países, gracias a la participación de empresas productoras, particularmente de los estados de Sonora y Yucatán. México logró colocarse en el lugar número cinco dentro de la lista de exportadores de dicho producto hacia Japón; con una participación del 3.9 por ciento en el mercado japonés. En México la carne de cerdo se mantuvo como el principal productor agropecuario de exportación hacia Japón durante 2006, con 177.4 millones de dólares [7].

Para producir alimento de calidad es importante considerar los siguientes factores que afecten su calidad e inocuidad y por ende en los rendimientos productivos de los cerdos, por lo que, es importante tener en consideración los factores de calidad de la materia prima, así como la formulación del alimento, la manufactura del alimento y el manejo del alimento terminado. Todo esto con el fin de prevenir cualquier tipo de contaminación en los alimentos y tener la seguridad razonable de que el alimento está procesado adecuadamente [16]. Por lo tanto, documentar un proceso es vital para un sistema de gestión de calidad, sin embargo, muchas veces se observan procesos deficientemente documentados, es por ello que para poder lograr una documentación certera de un proceso este debe de estar basado en las normas del ISO 9001 y cumplir con todos sus requisitos [19].

Lo que lleva a plantear la siguiente pregunta:

- ¿Cómo se puede realizar el diseño y la medición de indicadores en el desempeño de los procesos de una planta de producción de alimentos para cerdo?

Una manera adecuada para abordar esta pregunta es mediante la aplicación de un sistema de gestión de calidad, ya que éste sustenta la eficacia y la mejora continua de los procesos. Es importante mencionar que el levantamiento del proceso se debe realizar con el personal a cargo del mismo, esto para llevar de una manera más detallada lo que se está documentando, ya que esta persona está más apegada a la operación del mismo; además, para obtener un producto de mayor calidad, este debe de cumplir con todos los requerimientos de la fórmula especificada, es de mucha importancia el desempeño del personal ya que sin ello las actividades del proceso no se llevarían a cabo correctamente. Si no se cuenta con indicadores que muestren el nivel de desempeño del personal a cargo de la producción del alimento para cerdo, no existe la forma de cómo medir o corroborar si las actividades se están realizando de manera correcta y de esta manera tomar las decisiones adecuadas que benefician a la organización, así como también el desarrollo de un buen alimento elaborado de la manera más eficiente y óptima de acuerdo a los requerimientos del cliente.

Por lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es diseñar indicadores clave de desempeño para la toma de decisiones en una planta de producción de alimentos para cerdo mediante la revisión y documentación de la realización correcta de sus procesos.

Al realizar la documentación de procesos es más fácil encontrar los indicadores que ayudarán a la toma de decisiones y base en estos se diseñarán dichos indicadores que sean de ayuda en la organización para medir la capacidad y el desempeño de los trabajadores. Es por ello que es necesario un análisis de proceso que describa los distintos tipos de pasos que se asocian a un proceso en particular, identifica los pasos que le agregan valor (es decir, trabajo) y los que no lo hacen (desperdicio), por lo que es preciso recordar que la clave de la reingeniería de procesos es eliminar o reducir al mínimo el desperdicio del proceso [10]. Para esto, se requiere el mapeo de procesos para describir sus actividades y que de esta manera todos entiendan lo mismo [2].

2 Metodología.

En esta sección se presentan el sujeto de estudio y el procedimiento que fueron necesarios para llevar a cabo este estudio.

Para la realización de este estudio se tenía como reto la identificación de los indicadores de desempeño claves, por lo que se tuvo que desarrollar un taller de creatividad e innovación, con el cual fue posible encontrar los indicadores de los procesos, pues se promovió la estimulación del pensamiento creativo de los involucrados, siendo estos los que propusieron estrategias de solución a las problemáticas encontradas [1].

2.1 Participantes.

El estudio se desarrolló en una empresa productora de alimento para cerdo ubicada en Navojoa, Sonora, en la cual se trabajó en el área de control administrativo y producción, cuentan con un total de doce trabajadores en su totalidad hombres, de 30-35 años en promedio, de los cuales correspondían a las áreas de control administrativo, pruebas de calidad, descarga y producción, dichos procesos con los que se realizó la investigación.

2.2 Procedimiento.

1. Revisión bibliográfica: se buscaron artículos de relevancia para la investigación, para fundamentar el trabajo a realizar, así como conocer más a fondo acerca de la organización y las actividades que realizan.
2. Entendimiento de procesos: se realizaron visitas a la planta de alimentos para observar las actividades que realizan los empleados tanto de almacenamiento de producción en los cuales se pudo conocer de manera más específica la forma en que realizan sus procesos.
3. Documentación de procesos: se documentó de manera específica cada uno de los procesos de la organización con el fin de tener una evidencia física de cómo se deben de realizar las actividades dentro de la planta de alimentos.

4. Aplicación del taller de innovación: se llevó a cabo un taller para desarrollar el pensamiento creativo de los trabajadores de la planta de alimentos con el fin de obtener información sobre indicadores de desempeño que generen mayor valor en la organización, así como desarrollar propuestas para la mejora de sus procesos.
5. Diseño de indicadores: con base a los resultados obtenidos en el taller de innovación impartido en la planta de alimentos se diseñaron algunos indicadores de desempeño claves para la toma de decisiones.

3 Resultados.

En este apartado se presentan y discuten los resultados de este estudio, conforme al objetivo del estudio. Aunque la mayoría de las empresas tienen establecidos un sistema de indicadores, no todas los manejan de manera correcta, primeramente, con la identificación de los procesos, se identificaron todas las actividades de los procesos que se llevan a cabo en la organización, y se lograron identificar posibles indicadores de gestión mediante los análisis previos con ayuda de diagramas del proceso (ver Figura 1).

Lo que se encontró fueron 3 grandes procesos, los cuales se describen a continuación:

1. **Almacenamiento.** En este proceso se recibe la materia prima y se realizan las pruebas de calidad correspondientes para aprobar su entrada a la planta, después se coloca el camión en la báscula para realizar el pesado del mismo, luego se pasa al área de descarga donde se procede a bajar el producto recibido para su envío a molienda.
2. **Producción.** Aquí la materia prima(grano) se introduce al molino para su molienda y dar comienzo al proceso, una vez molida la materia prima se realiza el mezclado1 o pre-mezcla en donde se hacen los micro-pesados tanto de minerales, medicamentos y demás ingredientes que requiera la formula, después viene el mezclado general donde se adhieren los aceites, pastas y el premezclado a una mezcladora grande para así concluir con la realización del alimento, por último se procede a enviar el alimento terminado por el elevador hacia las tolvas de producto terminado.
3. **Logística de salida.** En este proceso ya con las tolvas llenas de alimento, se coloca el camión estratégicamente en la zona de carga para su llenado y una vez concluido esto se procede a dar salida al camión para concluir con el envío de pedido.

El análisis de los procesos facilitó la identificación de indicadores importantes para medir el desempeño de las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada proceso. Es por ello que se considera que la selección de los indicadores fue una etapa importante dentro de esta investigación, pues estos surgieron del análisis de los procesos, la facilidad en la toma de información y lo más importante, que les permitan a los directivos a reconocer e identificar fallas en los procesos para tomar decisiones. Para hacer un adecuado diseño y selección de indicadores que realmente ofrezcan una mejora, es necesario que estos sean construidos como punto de partida la operatividad de los mismos y parámetros reales.

Los indicadores generados durante el taller de innovación fueron 25 indicadores, de los cuales los que se consideraron como indicadores claves fueron 4 (ver Figura 1), los cuales se describen a continuación:

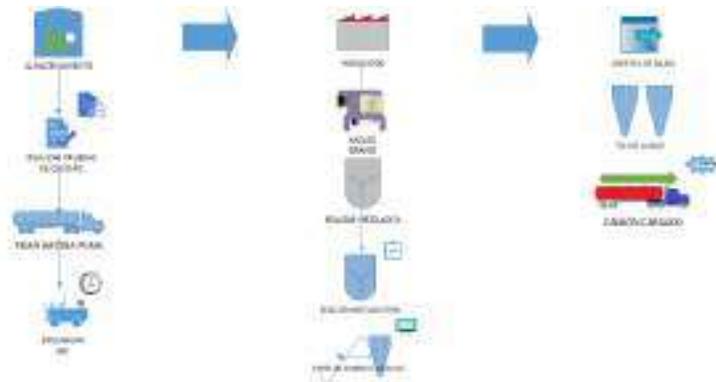


Fig. 1. Diagrama General de la empresa (elaboración propia).

Tabla 1. *Indicador de calidad de materia prima:* Este indicador arroja como resultado una serie de factores que influyen en la calidad de la producción del alimento, ya que se ve afectada la mano de obra y los procesos operativos como parte de la producción, lo que se vería afectado el producto terminado. Este indicador surge por la necesidad de no contar con un registro confiable de la materia prima que ingresa a la planta y su importancia radica en que la realización y medición de estas no aseguran una mejor calidad del producto a recibir por lo que conlleva a obtener un alimento de mejor calidad e inocuidad.

Tabla. 1. Descripción del indicador de calidad de materia prima (elaboración propia).

Indicador	Medición	Impacto	Plazo	Toma decisión
Humedad Taninos Grano dañado Impurezas	Medir por porcentajes los indicadores mencionados para conocer la calidad de los mismos.	Conocer el status de la materia prima recibida y poder tomar acciones correctivas en caso de ser necesario.	Corto.	Gerente y Encargado de planta.

Tabla 2. *Indicador de tiempo de descarga de materia prima:* Este indicador surge por la necesidad de que no existe una estandarización del tiempo de las descargas, lo cual puede retrasar el tiempo de descarga y su importancia radica en que se obtendría un parámetro de

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

desempeño de los colaboradores, así como la información necesaria para futuras capacitaciones en la organización.

Tabla. 2. Descripción del indicador de descarga de materia prima (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Tiempo de descarga.	Estandarizar los tiempos de descarga de los camiones con grano.	Tener registros y parámetros de duración en las diferentes descargas para futuras revisiones o capacitaciones de nuevo personal.	Corto.	Encargado de planta

Tabla 3. *Indicador de tiempo de mezclado:* Este indicador debe ser medido ya que existe la posibilidad de realizar mezclas incorrectas y esto puede afectar la fórmula que esté en producción y su importancia radica en que con ello la empresa asegura la obtención de la mezcla correcta.

Tabla. 3. Descripción del indicador de tiempo de mezclado (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Tiempo mezclado.	Timer de 3 min por mezclado	Tener registros fiables de que se cumple con el tiempo exacto de mezclado.	Corto.	Encargado de planta

Tabla 4. *Indicador del status de las tolvas:* Este indicador surge por la necesidad de que no se conoce el contenido en las tolvas y se corre el riesgo de mezclar alimentos dentro de ellas y su importancia radica en que con ello se logrará disminuir los errores de llenado de tolvas con producto terminado.

Tabla. 4. Descripción del indicador del status de las tolvas (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Status tolvas.	Cantidad de alimento dentro de las tolvas	Disminuir errores en el llenado de las tolvas y evitar posible combinación de alimento	Corto.	Gerente y Encargado de planta.

4 Conclusiones

A través del análisis de procesos que proporcionaron el conocimiento para conocer el funcionamiento actual de la empresa, y fue mediante el uso del taller de innovación como se logra alcanzar el objetivo principal de este estudio, pues dicho taller fungió como un generador de indicadores que el mismo personal propuso como utilizarlos y como medirlos, pues el personal estaba consciente que son una mejor manera para lograr obtener mejores resultados en las actividades que realizan día con día, así como evaluaciones al personal sobre su desempeño logrando una mejora continua.

Los indicadores encontrados en cada uno de los procesos son totalmente medibles y entendibles para el personal, esto facilita su uso y medición, lo que llevó a obtener una gran satisfacción por parte de los colaboradores. Tener una manera de medir las actividades realizadas permite conocer el nivel de eficiencia en el trabajo, pero también permite evidenciar las cosas en las que no se opera correctamente, lo cual conduce a crear estrategias más adaptables para solventar deficiencias en el trabajo.

En cuanto al indicador de *calidad de materia prima* fue considerado como clave porque un descuido en este aspecto implica generación de hongos que afectan al producto final (alimento), lo que conlleva a posibles enfermedades del animal. Con las mediciones de este indicador es posible detectar que cantidad de materia prima se recibe en buen estado, con excelente calidad y que cantidad de ella no cumple con el mínimo de calidad requerido, y con base a estos resultados se podrán llevar a cabo estrategias en la negociación con los proveedores, puesto que se tendría evidencia con la cual sustentar el porqué de una posible acción correctiva para evitar recibir materia prima que no cumpla con la calidad necesaria.

El indicador *tiempo de descarga de materia prima* fue considerado importante porque está latente el riesgo de retrasar la producción por no contar con materia prima disponible. Con las mediciones de dicho indicador es posible identificar cuanto es el tiempo que se demora el colaborador en realizar la descarga de los distintos granos que se reciben y con ello contar con un estándar de tiempo para realizar las descargas de materia prima.

En cuanto al indicador del *tiempo de mezclado*, este indicador fue considerado debido a que es posible que la mezcla no se realice correctamente y los ingredientes no queden mezclados homogéneamente, lo que afectaría la fórmula realizada y al animal, que no obtendría en un cien por ciento todos los nutrientes necesarios para su crecimiento.

El indicador del *status de las tolvas*, es importante medirlo, pues existe un alto riesgo de que se cometan errores al momento de su llenado, pues es posible no tener conocimiento de la cantidad de alimento contenida en cada una de ellas. Con las mediciones es posible reducir los errores y además con esto lograr una mayor eficiencia al realizar este proceso.

Como trabajo futuro se pretende realizar el seguimiento pertinente para la medición de los indicadores diseñados, para garantizar el buen funcionamiento de sus procesos, así mismo proporcionar capacitación constante a su personal para lograr explotar mejor las habilidades dentro de sus actividades, reuniones periódicas para mostrar los resultados que se vayan obteniendo y con ello generar propuestas de mejora, así como el rediseño de objetivos para poder cumplir con las mejoras propuestas.

Referencias.

1. Arraut, L.: Elementos claves para generar la capacidad emprendedora para el desarrollo de organizaciones innovadoras. Colombia (2010)
2. Carrasco, J.B.: Gestión de Procesos. EVOLUCIÓN, Santiago de Chile (2009)
3. García, J. J., Marín, J. A.: Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: un estudio en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana. (2009).

4. Gómez, G., Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., Guzmán, E.: Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 537-542 (2011)
5. Henao, S. M. (s.f.). *Procesos de Producción de Alimentos Balanceados*. Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias, Caldas, Antioquia.
6. Hernández NC *Perspectivas de la porcicultura mexicana*. *El Economista*, pág. 1 (2016)
7. Universo Porcino, obtenido de: www.aacporcinos.com, http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales_mexico_quinto_proveedor_de_carne_de_cerdo_a_japon_y_tambien_podra_exportar_carne_de_%20cerdo_a_chi_na.html
8. Londoño, M. M.: *Documentación de procesos, procedimientos y funciones para el Liceo Taller San Miguel* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Ingeniería Industrial) (2015).
9. Maldonado, J. Á.: *Gestión de Procesos*. EUMED, Málaga (2011).
10. Martínez, I., Val, D., Tzintzun, R., Conejo, J. D. J., Tena, M. J.: Competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 6(2), 193-205 (2015)
11. MARZANO, I., LÓPEZ, X., GONZÁLEZ, C.: *Metodología de la mejora continua en el proceso de electrospinning*. Técnica, 31.
12. Mesías, O.: *La investigación cualitativa* (2004)
13. Miyasaka, A. S.: *Nutrición Animal*, Trillas, México (2007).
14. Obando, J. D., Sánchez, J. C., Arango, G., Sahara, A., Rodríguez, D.F.: *Rediseño de la línea de producción actual para la fabricación de una nueva referencia de alimento balanceado para porcinos* (2018).
15. Pinelli, A., Acedo, E., Hernández, J., Belmar, R., Beltrán, A.: *Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas*. SENASICA, Hermosillo, Sonora, México, 3-4. (2004)
16. SAGARPA. (3 de noviembre de 2017). [sagarpa.com](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_003_62_03.aspx). Obtenido de [sagarpa.com](http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_003_62_03.aspx): http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_003_62_03.aspx
17. Velasco, J. A.: *Gestión por procesos*. ESIC EDITORIAL Madrid (2012).
18. Velásquez, F. A. (19 de octubre de 2011). Centro de Gestión Empresarial. Obtenido de Centro de Gestión Empresarial: <http://iso9001-calidad-total.com/como-documentar-un-proceso/>

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2019

Año 5, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Joaquín Cortez González
M. C. Sonia Regina Meneses Mendoza



Difusión vía red de cómputo

Noviembre del 2019



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 5 Núm 1, octubre de 2019, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Av. Universidad Núm. 1200, Colonia Xoco, Delegación Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias, en colaboración con, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. Joaquín Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2019.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

**Avances de Investigación en
Ingeniería en el Estado de Sonora**

Año 5, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Joaquín Cortez González
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 5, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. Joaquín Cortez González

M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2019

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 5, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez
Elias

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr.
Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. Joaquín
Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

Posgrado en Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora
Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial y
Maestría en Ciencias de la Computación
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo
Tecnológico Nacional de México
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas
Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 5, Número 1.

2019: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. Joaquín Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

Octubre de 2019

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de Hermosillo

2019.

264 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Av. Universidad Núm. 1200,

Colonia Xoco,

Delegación Benito Juárez,

C.P. 03330,

Ciudad de México

ISSN: 2448-7473

La presente revista está constituida por los reportes de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en algunos de los posgrados del área de ingeniería de la instituciones participantes. Por un lado, están los relacionados a “resultados de investigación” y por otro, los pertenecientes a “avances de investigación”.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores. Ni las instituciones que apoyaron en la organización de este volumen, ni los editores del mismo, se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

Directorio

Instituto Tecnológico de Hermosillo

M.C. Gerardo Ochoa Salcido
Director

M.C. Karla María Apodaca Ibarra
Subdirectora Académica

M.A. Eugenio Borboa Acosta
Subdirector de Planeación y Vinculación

M.C. Luis Carlos Santos
Subdirector Administrativo

M.C.O. Rosa Irene Sánchez Fermín
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Universidad de Sonora

Dr. Enrique Fdo. Velázquez Contreras
Rector

Dra. Arminda Guadalupe García de León Peñúñuri
Secretaria General Académica

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros
Secretaria General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez
Vicerectora de la Unidad Regional Centro

Dr. Martín Antonio Encinas Romero
Director de la División de Ingenierías

M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Javier José Vales García
Rector

Dra. Sonia Beatriz Echeverría Castro
Vicerectora Académica

Mtro. Javier Portugal Vásquez
Director de la División de Ingeniería y Tecnología

Comités académicos

Comisión Académica del Posgrado en Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora

Dr. Alonso Pérez Soltero (Coordinador del Posgrado en Ingeniería Industrial)
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar

Consejos de Posgrado de las Maestrías en Ciencias de la Computación,
Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo

Ingeniería Electrónica

Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. José Antonio Hoyo Montaña
Dra. Rosalía del Carmen Gutiérrez
Urquidez
Dra. María Eusebia Guerrero Sánchez
Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre
M.C. Fredy Alberto Hernandez Aguirre
M.C. José Manuel Chávez
M.C. Jesús Manuel Tarín Fontes

Ciencias de la Computación

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias
MC. César Enrique Rose Gómez
MC. Sonia Regina Meneses Mendoza
MSI. Fernando Javier Carrasco Guigón
M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante
M.C. Francisco Gabriel Ibarra Lemas

Ingeniería Industrial

Dr. Enrique Javier de la Vega Bustillos
Dr. Francisco Octavio López Millán
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dr. Gerardo Meza Partida
M.C. Gilberto Orrantía Daniel
M.C. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde

Instituto Tecnológico de Sonora

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres (Responsable de Programa)

Dra. Elsa Lorena Padilla Monge

Mtro. Iván Tapia Moreno

Mtro. Jesús Antonio Gaxiola Melendrez

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Dra. Cynthia Beatriz Pérez Castro

Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Dr. Armando García Berumen

Revisores de las instituciones organizadoras

UNIVERSIDAD DE SONORA

MC. Carlos Anaya Eredias
Dr. Federico Cirett Galán
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Jesús Horacio Pacheco Ramírez
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Gerardo Sánchez Schmitz
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Agustín Brau Avila
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Víctor Manuel Herrera Jiménez
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Jaime Olea Miranda
Dra. Raquel Torres Peralta
Dr. René Francisco Navarro Hernández
Dra. Margarita Valenzuela Galván
Dra Mery Helen Pesantes Espinoza

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dra. Rosalía Gutierrez Urquidez
Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre
Dr. José Antonio Hoyo Montañó
Dra María Eusebia Guerrero Sanchez
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde
M.C. Aureliano Cerón Franco
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza
M.C. Ana Luisa Millán Castro
M.C. Flor Ramírez Torres
M.C. César Enrique Rose Gómez
M.S.I. María de Jesús Velázquez Mendoza

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Dr. René Daniel Fornés Rivera

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. Joel Ruíz Ibarra

Dra. Erica Cecilia Ruíz Ibarra

Dr. Joaquín Cortez González

Dr. Armando García Berumen

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Mtro. Mauricio López Acosta

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Mtro. Adolfo Espinoza Ruíz

Revisores externos

Dr. Gerardo Arceo Moheno, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Ramón Andrés Díaz Valladares, Universidad De Montemorelos, México

Dra. María Teresa Escobedo Portillo, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez,
México

Dra. Guisselle A. García Llinás, Universidad Del Norte, Colombia

M.S.C. David Martínez Sierra, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Alexis Messino Soza, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Javier Molina Salazar, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Pablo Payró Campos, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Lázaro Rico Pérez, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Roberto Romero López, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Heleodoro Sotelo Sánchez, Universidad De Occidente Unidad Guasave,
México

Dr. Adolfo Alberto Vanti, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Ivan Henrique Vey, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Miguel Wister Ovando, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Prefacio

La divulgación de los trabajos que se realizan al interior de las instituciones de educación superior, es una de las tareas fundamentales del que hacer de las mismas, sobre todo en el ámbito de las instituciones de educación pública, dar a conocer a la ciudadanía los trabajos de investigación y desarrollo tecnológico que se derivan de la inversión del dinero público, debe ser una tarea continua. En este sentido, esta revista busca poner a disposición de la comunidad, y de forma gratuita, los avances de investigación que se llevan a cabo al interior de los posgrados de algunas de las principales instituciones de educación superior del estado de Sonora. Adicionalmente, parte de los objetivos de la revista es incrementar la vinculación entre los programas participantes con el fin de que los trabajos que aquí se presentan sean de alta calidad, tal y como son requeridos en programas incluidos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT.

Buscando ser inclusivos, de forma que pueda darse mayor difusión al que hacer de las instituciones participantes en sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico, se busca también la participación de trabajos a nivel licenciatura que estén reconocidos de manera formal ante instancias competentes. Para esto, como ejes se ha establecido convocar a diversos actores, y permitir la participación a través de: (i) la presentación de resultados finales de investigación y, (ii) la presentación de avances de investigación básica y/o aplicada.

En esta edición de la revista se presentan un total de 60 trabajos, donde 14 pertenecen a resultados de investigación, mientras que 38 son relacionados a avances de investigación. Los trabajos abarcan diversas áreas de la ingeniería y han sido clasificados en 5 áreas: (i) sistemas de información y ciencias de la computación, (ii) ingeniería eléctrica y electrónica, (iii) ingeniería industrial, (iv) ingeniería mecánica y mecatrónica, y (v) administración.

Esperando que esta edición de la revista sea de utilidad para quienes participan en ella, así como para la comunidad en el estado de Sonora.

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Ciencias de la Computación1

Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora para el Proceso de Compras de un Hospital Privado.

Cristel Marisela Fragoso Pacheco, Ramon René Palacio Cinco, Mario Alberto Nuñez Luna, Jorge

Guadalupe Mendoza León..... 1

Diseño de un Sistema en Línea para la Medición Automática de Habilidades Blandas. Manuel

Guerrero Garcia, Oscar M. Rodríguez Elías, María T. Serna Encinas, Abelardo Mancinas Gonzalez. 9

Arquitectónico para un Sistema de Reconocimiento de Patrones en Bases de Datos Sobre

Adicciones. Edgar G. Estrada Rios, María T. Serna Encinas, Cesar E. Rose Gómez. Diseño..... 17

Sistema Multi-Agente de Reconocimiento de Frases en LSM Utilizando CBR. César René Martínez

Aguirre, Ana Luisa Millán Castro, Juan Pablo Soto Barrera, César Enrique Rose Gómez, Abelardo

Mancinas González. 23

Arquitectura Propuesta para el Análisis de la Instrumentación Didáctica de Asignaturas de

Educación Superior Tecnológica usando un Modelo de Conocimiento y Procesamiento de Lenguaje

Natural. Daniel Alfredo Hernandez Carrasco, Cesar Enrique Rose Gomez, Samuel Gonzalez López,

Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro. 30

Diseño arquitectónico de un sistema para la detección de un carcinoma en biopsias de mama. José

Reynaldo Sánchez Quintero, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez, Minor Raúl

Cordero Bautista, Fernando Javier Carrasco Guigón. 37

Traductor de texto en español a texto en glosa LSM. Juan Carlos Hernández-Cruz, César Enrique Rose-

Gómez, Samuel González López, Ana Luisa Millán Castro, María Trinidad Serna Encinas..... 45

Eléctrica y electrónica51

Desarrollo de un API Rest Full para monitoreo del consumo de la energía eléctrica mediante una aplicación móvil en una instalación residencial con sistema fotovoltaico interconectado a la red.

Víctor Alfonso Tánori Ruíz, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Antonio Hoyo Montaña, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes. 51

Sistema de Monitoreo de Posición de Recepción de Haz Láser de un Gimbal. Eduardo Romero, Juan

Ayala, Arturo Arvizu , Joel Santos. 55

Ingeniería industrial.....61

Factores de riesgo ergonómico ocasionados por manejo manual de materiales en operaciones

logísticas en la industria automotriz. Debbie Yemileth Vásquez Gómez, Javier Enrique De la Vega

Bustillos..... 61

Análisis de los tiempos de paro de producción en prensa de estampado. Gilberto Orrantía Daniel, Jaime

Sánchez Leal, Gloria María Velázquez Quijada, Jorge de la Riva Rodríguez, Manuel Rodríguez Medina. 67

Análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar. Luis Álvarez, Víctor

Manuel Herrera..... 75

Cadena de suministro: Control interno por la satisfacción del cliente. Daniel Antonio Torres Coronado,

Gil Arturo Quijano Vega. 83

Ingeniería mecánica y mecatrónica90

Diseño y construcción de un prototipo de órtesis mecatrónica auxiliar en el proceso de rehabilitación de mano para pacientes que sufrieron una ECV. David Sotelo Valencia, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Flor Ramírez Torres, Eliel Eduardo Montijo Valenzuela, Aureliano Cerón Franco. 90

B.- Avances de investigación

Computación.....97

Propuesta para la evaluación plataformas Matlab y ROS en la implementación de algoritmos de control en vehículos aéreos no tripulados. Julio C. Montoya-Morales, Guillermo Valencia-Palomo, Rafael A. Galaz-Bustamante, Rosalia C. Gutiérrez-Urquidez, María Eusebia Guerrero-Sánchez, Omar Hernández-González.	97
Seguimiento de comportamientos de riesgo en jóvenes universitarios a través de publicaciones en Instagram. Ivan Encinas, Luis A. Castro.	101
Detección de factores asociados a la deserción de personal operativo mediante técnicas de minería de datos. Abigail Márquez Hermosillo, Luis Felipe Rodríguez Torres, Guillermo Mario Arturo Salazar Lugo.	104
Exploración de sentimientos asociados a sistemas de facturación electrónica. Laura Elena Cervantes, Luis A. Castro.....	108
Propuesta de rediseño de proceso en centros geriátricos mediante la implementación de tecnologías para el monitoreo del paciente. Alma Leticia Chavez Quintero, Gilberto Borrego, Laura Elena Cervantes García, Luis Felipe Rodríguez Torres	112
Diseño de un tablero de control para la toma de decisiones de productores de limón. Berenice Mancilla Rojas, Luis A. Castro.	116
Implementación de un sistema de almacenamiento de datos agroclimáticos para la predicción de cosecha de trigo. María Monserrat Torres, Luis A. Castro.	120
Victor Manuel Moreno García, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez Arquitectura propuesta para sistema de recomendación de ejercicios a niños con dislexia mediante algoritmos de machine learning. Valenzuela, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.	124
Desarrollo de una aplicación móvil, para medir los niveles de inteligencia de niños y niñas del sur de Sonora. José de Jesús Soto Padilla, Ramón Rene Palacio Cinco, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas.	128
Arquitectura propuesta para un Módulo Recomendador de un Sistema de Aprendizaje Adaptativo para la formación de docentes de Educación Superior. Mirey Rocío García Mora, Abelardo Mancías González, César Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías.....	132
Técnicas de minería de datos para la gestión de abastecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Christopher Louis Vega Ruiz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	136
Desarrollo de un sistema de visión artificial para la evaluación de calidad de conectores en bolsas de aire automotrices. Eduardo Rodarte Leyva, Victor Hugo Benítez Baltazar.	140
Propuesta de Refinamiento de un Algoritmo de Minería de Datos para Detección de Pacientes. Omar Fernando García Mora, Federico Miguel Cirett Galán, Raquel Torres Peralta.	143
Arquitecturas de Redes Neuronales Convolucionales para la Clasificación de Imágenes en Celdas de Flotación. Nelsón Romero García, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	146
Propuesta de una plataforma de soporte a la capacitación en línea para la realización de estudios clínicos. Maria Alejandra García Bayona, Oscar Mario Rodríguez Elías, Sonia Regina Meneses Mendoza, Hazael Gómez Encinas, Raúl Eduardo Rodríguez Ibañez.....	150
Metodología para medir el logro del perfil de conocimiento de egresados de carreras de cómputo a través de un sistema valorador de perfiles de conocimiento. Abraham Duarte Ruiz, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez, Sonia Regina Meneses Mendoza.....	154

Diseño de un programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo en una empresa agroindustrial. Luis Alfonso Valenzuela Matuz, Margarita Valenzuela Galván.	158
Planeación de un Sistema para Gestión de Servicios de Tecnologías de la información. Mario Barceló Valenzuela, Carlos Maximiliano Leal Pompa, Gerardo Sanchez Schmitz.	161
Diseño de una herramienta de software para evaluación de riesgos ergonómicos. Linda Lizeth Ruedaflores Arvizu, Enrique De La Vega Bustillo.	165

***Eléctrica y electrónica*169**

Propuesta de Diseño y simulación de sistema electrónico de biosensor para la industria médica. David Alejandro Duarte Moroyoqui, Carlos Pereyda Pierre, Rosalia Gutierrez Urquidez, José Hoyo Montaña.	169
Propuesta de diseño: Controlador de ganancia auto-ajustable para la adquisición de señales digitales. Cristo Javier Vázquez Amarillas, Rosalia del Carmen Gutierrez Urquidez, Guillermo Valencia Palomo.	173
Prototipo generador de agua mediante el uso de celdas Peltier y energía solar. Luis E. Rascón Barceló, José M. Chávez, Fredy A. Hernández Aguirre. Rafael A. Galaz Bustamante, Daniel F- Espejel Blanco..	177

Ingeniería industrial.....181

Prevalencia del Síndrome de Burnout en Empleados Indirectos de una Empresa Manufacturera en Hermosillo Sonora. Guadalupe Quintero, Gerardo Meza Partida, Enrique De La Vega Bustillo, Francisco Octavio López Millán.	181
Diseño de equipo de evaluación ergonómica y biomecánica que mida esfuerzo muscular. Luisa Fernanda Gómez Angulo, Óscar Vidal Arellano Tanori, Enrique De La Vega Bustillo, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Francisco Octavio López Millán.	185
Propuesta de una Metodología para Clasificar y Evaluar Derechohabientes en Institución de Salud. Lyla Berenice Morales Villalba, Raquel Torres Peralta, Federico Miguel Cirett Galán, Alonso Pérez Soltero.	189
Evaluación de desempeño laboral considerando factores psicosociales para supervisores de mando medio en el sector automotriz. J. A. Espinoza-Balderrama, M. E. Díaz-Muro, F. O. López-Millán, E. j. De la Vega-Bustillos.	193
Planeación de una Metodología para la Implementación de Estrategias Ganaderas. Carolina Durán López, José Luis Ochoa Hernandez, Mario Barcelo Valenzuela.	197
Rediseño del área de almacén para mejorar el abastecimiento de los productos en sus puntos de venta. Guillermo Cuamea Cruz, Luis Flores Miranda.	201
Propuesta para la estandarización del sistema de producción de una plataforma para pruebas en una empresa desarrolladora de tecnología. Jaime Alfonso León Duarte, Jesús Fernando Valdez Ochoa. ...	205
Estudio de las Jornadas Laborales de 12 horas en la Industria Manufacturera. Daniela Inzunza Robles, Gilberto Orrantia Daniel, Enrique de la Vega Bustillos, Germán Alonso Ruiz Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera Landaverde.	208
Diseño de un sistema de medición y control de la productividad. Jorge Edgar Felix-Felix, Gilberto Orrantia Daniel, Germán Alonso Ruiz-Dominguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Jaime Sánchez-Leal.	212
Identificación de factores psicosociales que ocasionan el síndrome del burnout en call centers. Jonathan Rivera Alvizuri, Marta Díaz-Muro*, Octavio López-Millán, Enrique De la Vega-Bustillos.	216
Propuesta metodológica para mejorar un sistema de control en una máquina troqueladora. Diego Quintero-Rubio, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantia-Daniel.	220

Análisis del desempeño de una maquiladora de arneses automotrices, a través del seguimiento de los KPI. Mario Alberto Núñez-Luna, Allan Chacara-Montes, Aaron F. Quiros-Morales, Mauricio López-Acosta.....	224
Mejora de un proceso de moldeo mediante técnicas de manufactura esbelta en una empresa aeroespacial. Brian Jose Aguirre-Valenzuela, Maria de los Angeles Navarrete-Hinojosa.....	228
Propuesta de un diseño de proceso basado en Buenas Prácticas en una empresa metalmeccánica. Carlos Gabriel Pesqueira Fiel, Gerardo Sánchez Schmitz.	232
Ingeniería mecánica y mecatrónica	236
Variabilidad de propiedades mecánicas según el tipo de pigmentación del material ABS. Francisco J. Valdez Rodriguez, Rodolfo U. Rivera Landaverde, German A. Ruiz Dominguez, Gilberto Orrantia, Francisco J. Valdez Garcia.	236
Administración	240
Propuesta Metodológica para Determinar un Método de Medición para el Desempeño de Proyectos No Predeterminados en las Agencias de Publicidad. Alexia López-Villarreal, Gerardo Meza-Partida, Oscar Arellano-Tanori, Gilberto Orrantia-Daniel.	240

Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora para el Proceso de Compras de un Hospital Privado

Cristel Marisela Fragoso Pacheco¹, Ramon René Palacio Cinco², Mario Alberto Nuñez Luna², Jorge Guadalupe Mendoza León²

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Nainari, Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios, Cd. Obregón, Sonora, México

²Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa, Navojoa, Sonora, México
cristelfragoso@gmail.com, ramon.palacio@itson.edu.mx, mario.nuñez@itson.edu.mx, Jorge.mendoza@itson.edu.mx

Resumen— La gestión de compras actualmente puede considerarse uno de los eslabones fundamentales de la cadena de valor de las organizaciones, ya que determina la efectiva administración de los bienes a adquirir y generar un mayor margen de beneficio. El presente documento propone una mejora al proceso de compras especiales y de medicamento del cuadro básico de un hospital privado para hacer más eficiente el proceso reduciendo tiempos y costos.

Palabras clave; gestión de compras; cadena de valor; mejora de proceso.

I. INTRODUCCION

Debido a los cambios que surgen en las últimas décadas, como la globalización de mercados, los tratados de libre comercio (TLC), la tecnología y la política obligan a las empresas a crear una estructuración más flexible que permita adaptarse a los diversos cambios [1]. Una correcta gestión de compras y suministros, garantiza los mejores insumos para los procesos de una empresa, buscando siempre los mejores tratos y alianzas con los proveedores, procurando ahorros y una gestión de contratos eficaz para todos los elementos de la cadena de suministros.

La gestión de compras se puede considerar una de las tareas fundamentales y con mayor relevancia e importancia para el éxito de las empresas, ya que determina la administración efectiva de los bienes que se adquieren, así como la mejora de los márgenes de beneficio. Las compras bien planeadas deben beneficiar a la empresa con ahorros en efectivo, liquidez y mayor fluidez del capital; esto logrado con un sistema bien organizado para tener una buena administración, generar negociaciones de plazos, descuentos y otros beneficios [2]. En los últimos años la competitividad de las empresas va en aumento, cada vez son más los nuevos competidores que fuerzan a las empresas a mejorar y ser más eficientes, más rápidas, más flexibles y, en general, más competitivas en la forma de hacer negociaciones [3].

En un estudio realizado por Videnza Consultores, se observaron costos ocultos ocasionados por la falta de planeación en la programación de las compras, que, a su vez, originaron retrasos en la preparación, afectando la etapa de ejecución contractual ya que se generan retrasos en las emisiones de órdenes de compras y en los pagos [4].

En México el porcentaje del gasto total en salud destinado a la compra de medicamentos pasó de 19.4% en

2000 a 22.9% en 2007, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [5]. Esto representó un incremento de 87.3% (de 85,000 millones a 150,000 millones de pesos). La Secretaría de Salud (SS) el 2008 indica que el gasto en medicamentos de las principales instituciones públicas del sector salud ascendió a poco más de 39,000 millones de pesos, aproximadamente 26% del gasto total en medicamentos en el país [5]. Sesma, Gómez, Wirtz y Castro indican que desde el año 2002 se implementaron iniciativas para mejorar la compra y distribución de medicamento en México, tanto en las instituciones de seguridad social como en las instituciones que atienden a la población que no cuenta con seguridad social, entre esas iniciativas se encuentran la elaboración de estudios diagnósticos sobre el proceso de abasto de medicamentos para detectar áreas de oportunidades; la capacitación al personal en actividades de planeación, compras (tercerización, consolidadas, rápidas), distribución y manejo de inventarios [5].

Empresas dedicadas a diferentes rubros han puesto más atención a BPM (Business Process Management), el cual B. Hitpass, J. Freud, y B. Rucker [6] definen como una “Disciplina de Gestión por Procesos de Negocio y de Mejora Continua apoyada fuertemente por TI”, ellos mismos hacen mención a la definición de la guía de referencia CBOK (Common Body of Knowledge) de la Asociación Internacional de Profesionales de BPM: Es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de negocio. BPM abarca el apoyo creciente de TI con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos de principio a fin, que determinan los resultados del negocio, crean valor para el cliente y posibilitan el logro de los objetivos del negocio con mayor agilidad”. Con ello se parte a la importancia de adquirir un estándar de modelamiento con BPMN (Business Process Management Notation), el cual permite automatizar de forma más rápida los procesos.

Con una óptima gestión del proceso de compras o suministro de los medicamentos se pueden generar múltiples beneficios a la empresa como reducción de tiempos, costos, e inventarios. En la actualidad, según EAE Business School, ni los productos ni las empresas son las que compiten, sino que todo recae en las cadenas de suministro, en cómo se reduce la diferenciación a las personas, el enfoque y la tecnología, en cuanto a las funciones de compras, el éxito depende de la eficacia con que se combinen esos tres elementos, y no dejar de lado la atención en los proveedores [7]. La IBM Business Value Chief Procurement Officer Study menciona que el área de compras puede ser un elemento fundamental para poder generar valor en la empresa. Algunos modelos de gestión inducen el crecimiento de los ingresos aproximadamente un 20% y pueden mejorar el margen de beneficios en un 15% [7].

En una investigación desarrollada en el 2015, se propuso el diseño de un proceso de negocio para la planificación de sistemas de información, en el que el proceso de planificación propuesto permite ajustar y evolucionar a los sistemas de información hacia las necesidades de la organización, para lograr sus objetivos estratégicos, esta propuesta se combina con el modelado de procesos utilizando BPM, con ello se flexibiliza el modelado y se facilita la comprensión y automatización del proceso [8].

En la actualidad existen plataformas y aplicaciones que brindan soporte al proceso de compras, softwares cloud computing para digitalizar y centralizar la información del departamento de compras, que ayudan a simplificar y automatizar la gestión diaria del proceso, y disponer de herramientas de análisis y negociación para obtener mejores resultados y optimización del tiempo. Un software cloud computing lo definen como: "un modelo de implementación de TIC, basado en la virtualización, donde los recursos, en términos de infraestructura, aplicaciones y datos se despliegan a través de Internet como un servicio distribuido por uno o varios proveedores de servicios. Estos servicios son escalables bajo demanda y puede tener un precio sobre una base de pago por uso" [9].

Por su parte la clínica sujeta a estudio, cuenta con un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) el cual se define como un "sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que de una forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de la gestión empresarial" [10], con ellos las empresas reducen costos y aumentan su eficiencia, estandarizando, racionalizando y agilizando los procesos de negocio [11]. Al ERP de la clínica lo llamaron Sistema Hospital Integral (SHI) el cual fue desarrollado por un empleado de sistemas, actualmente cuenta con módulos muy básicos, y no es compatible con dispositivos móviles. Para el área de compras, hacen uso de una plataforma externa llamada Bionexo, la cual es un Marketplace de negocios para el área de salud, posee un conjunto de soluciones digitales que permiten a las instituciones de salud realizar la gestión online de todo su proceso de compras y abastecimiento, la clínica utiliza esta plataforma únicamente para solicitar cotizaciones y realizar algunas compras.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente el proceso de compras no cuenta los procesos documentados ni estandarizados, en algunas actividades los tiempos se extienden, para compras especiales el tiempo del proceso es de aproximadamente 9 días, 5 horas y 3 minutos, lo que en ocasiones genera retrasos de alguna sus operaciones; el tiempo para compras de medicamento del cuadro básico es de 3 días, 11 horas y 40 minutos, ambos tiempos generan un costo superior del proceso al que pudiera ser si se realizara en menor tiempo, en donde la causa principal es el tiempo de espera para su autorización por parte de las áreas involucradas.

Otro factor que afecta la eficiencia del proceso son las actividades operativas que el gerente de compras realiza, en parte causadas por el tráfico de papeleo rutinario, restando tiempo a las actividades con mayor valor que podrían ser actividades de análisis y estrategias. Además, como no cuentan con procesos documentados ni estandarizados, se maneja mucha documentación en físico lo que provoca mucho tiempo invertido en la gestión de dichos documentos. El siguiente factor que se detectó con efecto negativo al proceso en cuanto a tiempos, es que no se cuenta con indicadores que regulen los tiempos de respuesta para autorizaciones o rechazos de solicitudes.

III. OBJETIVO

Optimizar las actividades del proceso de compras para disminuir tiempos en la entrega de requisiciones, en la solicitud de cotizaciones, en la recepción y respuesta de aceptación o autorización de cotizaciones, y en la emisión de órdenes de compra, todo a través de un correcto flujo del trabajo.

IV. JUSTIFICACION

La competitividad entre los hospitales privados certificados de México se ha incrementado y se ha vuelto imperativo tener procesos esbeltos y eficientes para poder liderar el sector. Es crucial no solamente ser capaz de ofrecer una medicina de alta calidad y tener el medicamento en tiempo y forma, sino también ser rentable a lo largo de la Cadena de Valor [12].

El papeleo rutinario que se asocia a las requisiciones, órdenes de compra, facturas y pagos, no agrega valor añadido a la función de compras, además que distrae al personal de deberes más importantes y estratégicos. A partir de lo anterior, se asegura que al disminuir las actividades que son de menor valor añadido para las compañías, estas disminuyen también sus costos y son más eficientes, y que los departamentos consiguen ser menos transaccionales y más estratégicos [13].

Los beneficios que se obtendrán son reducción en los tiempos de respuesta, ya que el ejecutar las actividades será continua, se contará con la documentación de procesos, se generará una reducción del uso de papel y minimizará el coste del transporte físico, los documentos siempre estarán disponibles, y por último, se contará con una disponibilidad

continua y constante de información sobre el estado en el que se encuentran las actividades del procesos, permitiendo el seguimiento en tiempo real.

V. METODOLOGÍA

La metodología para el análisis y diseño de procesos (PADM) [14] fue la utilizada en la presente investigación, la cual consta de 4 fases:

1. Captura
2. Modelado
3. Análisis y evaluación
4. Rediseño y propuesta de mejora

PADM se caracteriza por ser flexible, por lo cual, resulta ser un método adaptable y ampliable [15].

5.1 Sujeto de estudio

El sujeto de estudio para realizar esta investigación se trata del departamento de compras de una clínica privada de la región, en la cual se analizaron dos procesos: 1) El proceso de compras de medicamento del cuadro básico que consta de las actividades de revisión de inventario en Sistema Hospital Integral (SHI), solicitud de presupuestos, emisión de orden de compra en SHI, recepción y alta de factura, recepción de producto, y programación de pago. 2) El segundo proceso es el de compras especiales que consta de un mayor número de actividades las cuales son: llenado de formato de requisición en físico, recepción de formato de requisición, solicitar presupuesto, autorización o rechazo del presupuesto por parte de dirección de agencia, llenado de orden de compra en físico y en SHI, formalizar compra en sistema Bionexo o con envío de orden de compra, recepción y alta de factura, recepción de producto, y entrega del producto al área solicitante.

La información fue proporcionada por el gerente de compras, el director administrativo, el almacenista y las áreas solicitantes.

5.2 Materiales

Los materiales y herramientas necesarias para recolectar la información del proceso en estudio, fueron los siguientes:

- Entrevistas semi-estructuradas. Consistió en preparar algunas preguntas para comenzar a conocer el proceso, y en el transcurso de la entrevista surgen otras preguntas espontáneas para profundizar en el tema. El resumen de las entrevistas realizadas se puede encontrar en el apartado de Anexos. (pendiente de indicar la numeración del Anexo)
- Equipo de cómputo. Se utilizó laptop acer Swift 3, procesador Intel core i5 de séptima generación.
- Sistema modelador “Bizagi”. Bizagi es un modelador de procesos que permite representar de

forma esquemática todas las actividades y decisiones que se toman en el negocio. Con una interfaz que recuerda a Microsoft Office, BizAgi Process Modeler cumple con el estándar BPMN (Business Process Management Notation. Es gratuito, intuitivo y potente software de modelamiento de procesos

- Equipo de teléfono celular con grabador de voz y cronómetro.

5.3 Procedimiento

Una vez realizadas las reuniones iniciales con la empresa para expresar los intereses de cada una de las partes y establecer el acuerdo de colaboración, el procedimiento seguido fue de acuerdo a las fases de la metodología PADM:

1) Captura

En esta etapa se obtiene información del proceso, del cómo se lleva a cabo, con herramientas como entrevistas semiestructuradas, observación, y obtención de documentos relevantes al proceso. De esta etapa se obtiene la descripción a detalle del proceso, en el que se identifican las responsabilidades de los involucrados y los tiempos de las actividades.

2) Modelado

Para modelar se usan técnicas diagramáticas, con el fin de analizar lo más relevante del proceso, como las actividades, su coordinación, el personal involucrado, los roles, los tiempos, interacciones, sistemas utilizados, etc. En esta etapa, se presenta el modelado del proceso a las personas involucradas para validar la información y corregir si es necesario.

Las técnicas diagramáticas tienen un soporte por medio de herramientas de software para poder analizar los modelos, las técnicas utilizadas fueron Gráfica rica, Diagrama Rol-Actividad (RAD), IDEF0 y BPMN (Business Process Management Notation), éste último es el usado como base de estudio para correr una simulación en el software de Bizagi.

3) Análisis y evaluación

En esta etapa se verifica que el modelo describa correctamente el proceso, es muy importante realizar esta parte de la fase ya que sin un correcto análisis se podría tener información faltante, o incorrecta, lo que nos llevaría a tomar decisiones erróneas para el rediseño. Al realizar el análisis y la evaluación del proceso se podrán detectar actividades como duplicidad de información o tareas, o actividades irrelevantes. También es importante preguntar a los involucrados qué problemas detectan ellos, aquí se revisa el recurso humano, los tiempos, capacidad, estructura tecnológica, entre otros. El resultado final debe ser la comprensión de la necesidad de mejoría y el alcance de la

mejoría, que signifique resultados satisfactorios para la empresa.

4) *Rediseño y propuesta de mejora*

Aquí los cambios o rediseños de actividades del proceso se hacen con el fin de proponer mejoras al mismo, en esta fase se proyectan mediante un modelado, las mejoras del proceso, principalmente eliminando actividades que no agregan valor.

VI. RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología PADM en este caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a las fases:

1) *Captura*

En esta etapa primero se identificaron cada una de las actividades que directamente generan un valor al cliente final y al negocio mismo, que inician con la necesidad de medicamento, producto o material. A continuación, en Fig. 1 la cadena de valor del proceso de compras.



Figura 1. Cadena de valor compras

Después se identificaron cada una de las actividades que componen los procesos, los cuales se muestran en el Figura 2 mostrado en la fase de Modelado. También se obtuvieron las áreas o departamentos que en algún punto tienen participación con el proceso, las cuales se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE ÁREAS

ÁREA	Descripción
Cualquier área emisora de solicitud.	Enfermería, Administración, Dirección, Laboratorio, Intendencia, Mantenimiento, Farmacia.
Compras	Gestionar la compra y adquisición de todos los suministros con los que opera el hospital (material médico quirúrgico, equipo médico, materiales de papelería e intendencia, así como los medicamentos que son de vital importancia para nuestros pacientes).
Almacén	Recibe y revisa los materiales, repuestos, equipo médico y otros suministros que ingresan al almacén, acomodando los materiales por fechas de caducidad evitando tener suministros que estén próximos a caducar. Surtiendo los materiales solicitados por farmacia para el cumplimiento de las necesidades de los pacientes.
Dirección Administrativa	Planea, organiza y controla las actividades de la empresa, con el objetivo de apoyar a generar mayor rentabilidad, realizar toma de decisiones en forma oportuna y confiable en beneficio de la operación de la empresa. Crea lineamientos de control, análisis financiero, supervisar cumplimiento de políticas, y sinergia con las demás áreas operativas para lograr los objetivos.

2) *Modelado*

Con la información obtenida de la fase de captura se modelaron los procesos de compras y compras especiales con diferentes técnicas, para fines de análisis se utilizaron los diagramas BPMN, los cuales se muestran en la Fig. 2y Fig. 3.

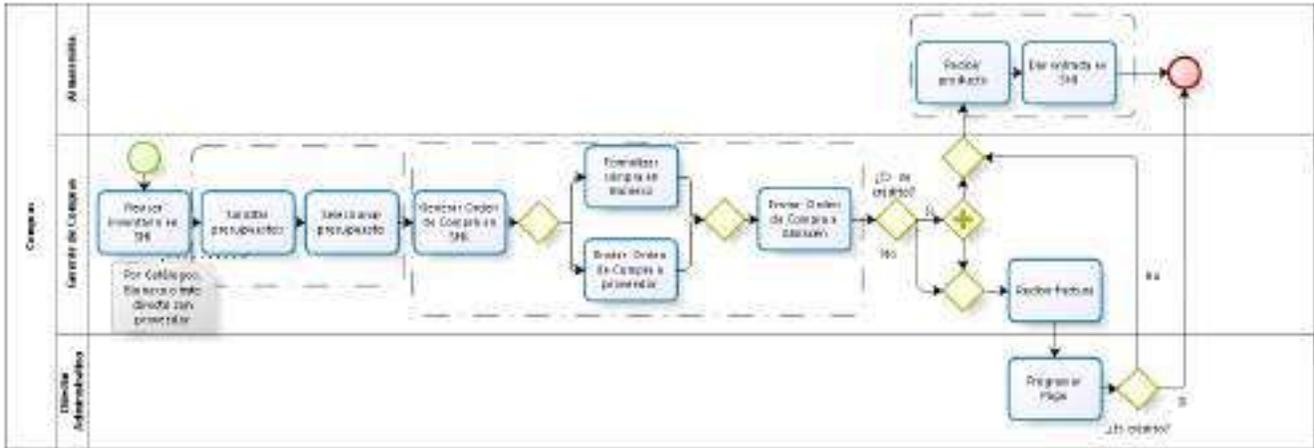


Figura 2. Diagrama proceso de compras

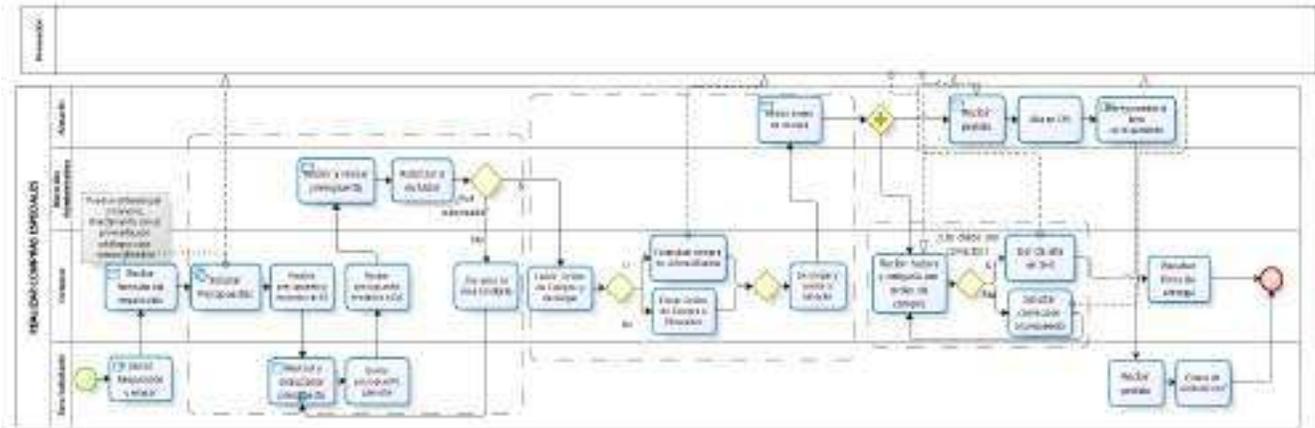


Figura 3. Diagrama proceso de compras especiales

3) Análisis y evaluación

Al realizar la simulación del proceso de compras de cuadro básico, mostrado en la Figura 2, se encontró que el proceso tiene una duración de 3 días, 11 horas, 40 minutos, y un costo de horas hombre de \$2,833.33, lo que resulta ser un tiempo extendido ya que el proveedor tarda por lo general de uno a dos días para la entrega, por lo que queda más de un día dedicado a la compra, al analizar esta parte del proceso se encontró con tiempo invertido en el tráfico de documentos en físico, inconsistencias en inventario, actividades manuales que pudieran ser automatizadas, y tiempo de espera para la recepción de presupuestos.

En la simulación y análisis de compras especiales mostrado en la Figura 3, se obtuvo una duración de 9 días, 5 horas, 5 minutos, con un costo de \$ 6,120.83, este proceso presenta las mismas actividades que no generan valor del

proceso de compras de cuadro básico, sumado a un tráfico de información mediante intermediarios, y esperas en autorizaciones de los presupuestos.

De manera más específica se detectó lo siguiente:

- Las requisiciones son llenadas y entregadas de manera física y a mano. Lo que ocasiona personal fuera de su área de trabajo, y acumulación de papel para su traslado.
- Las cotizaciones se realizan de diferente manera, dependiendo del tipo de compra que se vaya a realizar, puede ser por sistema Bionexo o directamente con el proveedor.
- El llenado de orden de compra se realiza en físico y a mano, también es llenado digitalmente en SHI, el cual tiene que ser descargado para luego enviarse al proveedor, en caso de no ser compra de Bionexo, en

caso de ser compra de Bionexo es enviado directamente desde la plataforma al formalizar la compra aceptando el presupuesto del proveedor seleccionado como el mejor.

- En caso de compras especiales, una vez recibidas las cotizaciones son enviadas al área solicitante para su aprobación, una vez aprobada se le regresa al encargado de compras, y este la envía al director administrativo para su última aprobación, en caso de ser rechazado por alguno, se repite la operación con otra cotización. Esta parte del proceso genera muchos tiempos de espera, ya que el área solicitante o el director administrativo debido a su carga de trabajo pueden tardar de uno, dos o hasta tres días en contestar con aprobación, esto genera un retraso en lo consecutivo del proceso.
- Una vez realizada la compra, al llegar el producto la factura se coteja manualmente, revisando que todos los datos estén correctos y coincida con los datos especificados en la orden de compra, posteriormente se le da entrada al SHI.
- Para poder solicitar cotizaciones de medicamento del cuadro básico, primero se tiene que realizar una revisión de mínimos y máximos en SHI, una vez seleccionados manualmente los productos que están en su mínimo, se hace una lista para poder subirla al sistema Bionexo, todas estas actividades manuales requieren de tiempo y cuidado específico.

- Integrar solicitud de cotizaciones desde SHI para que todas las cotizaciones se realicen desde ese sistema, y agregar un candado de tres cotizaciones para poder realizar orden de compra, así se asegura que realmente se estén solicitando cotizaciones a varios proveedores.
- Sistema de alertas en SHI, para generar un flujo de trabajo, donde todos los involucrados estén informados de en qué estado se encuentra el proceso, quien está tardando en realizar lo que le corresponde y el mismo sistema esté mandando las alertas a las personas involucradas o responsables, de esos estados y cuando llegue un nuevo formato o actividad.
- Automatizar la validación de factura con orden de compra como respaldo, en SHI.
- Enlace desde SHI al sistema Bionexo, para eliminar los tiempos de revisión de inventarios y selección de producto por producto, con este enlace automáticamente se cargarían los productos que se encuentran en mínimos al sistema Bionexo para solicitar.

Se realizó el diagrama con la simulación de tiempos y costos aplicando los cambios propuestos mostrados en la Fig.4 Proceso de compras, y Fig.5 Proceso de compras especiales:

4) Rediseño y propuesta de mejora

Con base en el análisis realizado se propone lo siguiente:

- Integrar módulo de requisiciones en Sistema Hospital Integral, para eliminar el formato en físico y el traslado del personal.

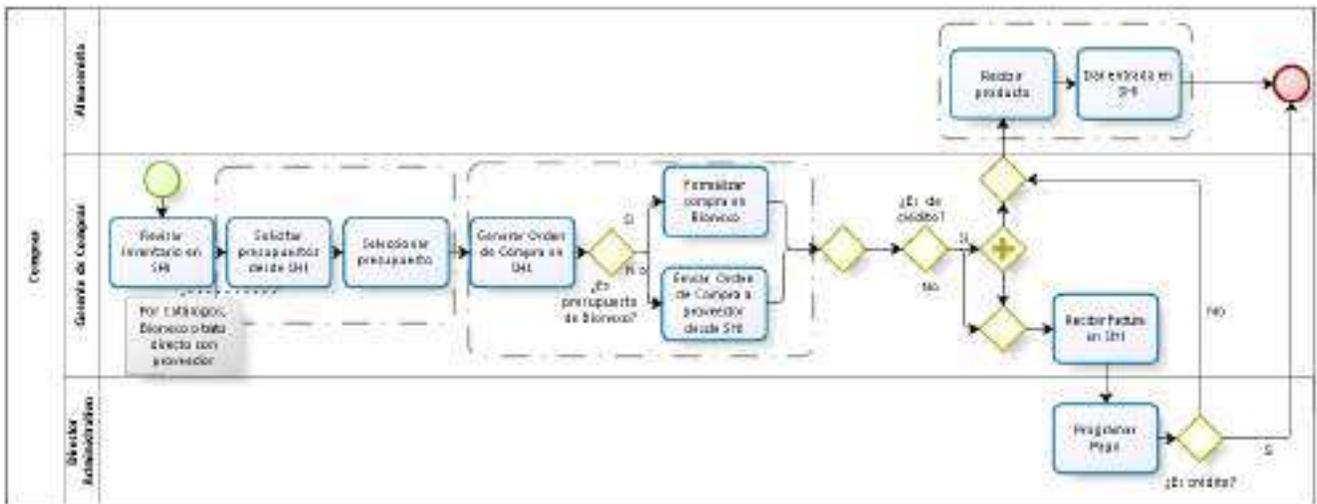


Figura 4. Proceso de compras propuesta

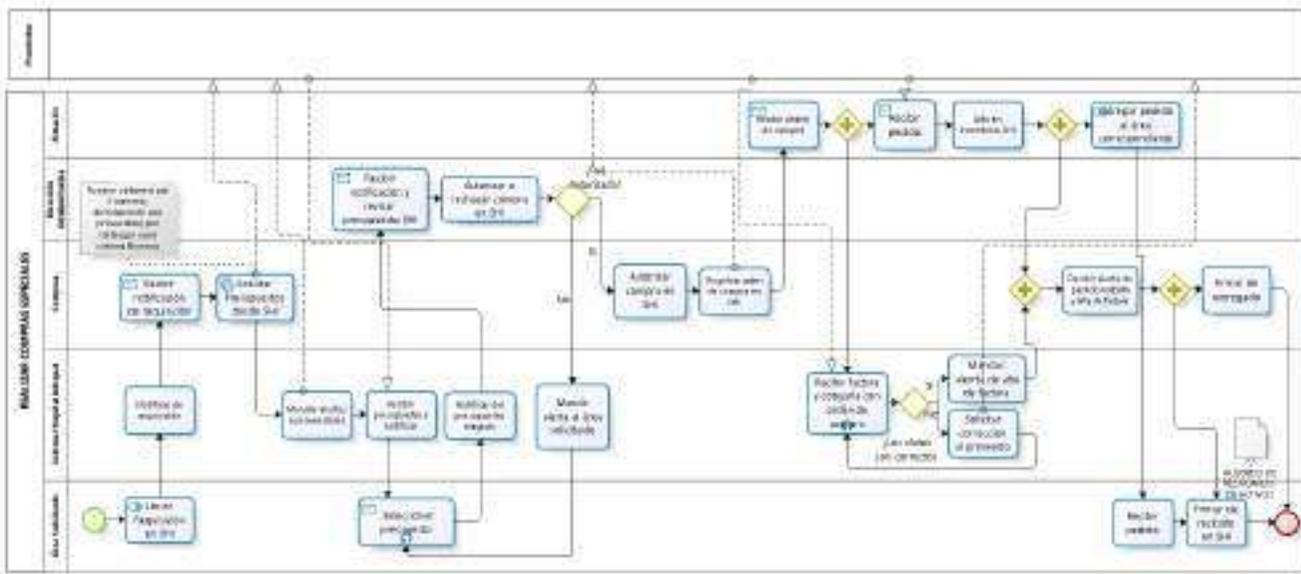


Figura 5. Proceso de compras especiales propuesta

Al realizar la simulación se obtuvieron los resultados mostrados a continuación en la Tabla 2:

TABLA 2. COSTO Y TIEMPOS DEL PROCESO PROPUESTO

		PROCESO ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA	% REDUCCIÓN
COMPRAS ORDINARIAS	COSTO UNITARIO	\$2,881.33	\$2,500.00	\$ 381.33	13.23%
	TIEMPO TOTAL	38 11h 40m	38 10h 50m	50m	1.32%
COMPRAS ESPECIALES	COSTO TOTAL	\$ 6, 120.83	\$ 3, 634.03	\$ 2, 486.80	40.02%
	TIEMPO TOTAL	6d 5h 5m	7d 1h 48m 40s	2d 3h 16m 49s	23.23%

I. CONCLUSIONES

Al documentar y mapear los procesos, se obtiene claridad de cómo se están realizando los procesos y también de cómo podrían realizarse de mejor manera.

Al implementar los cambios sugeridos se podrá obtener una reducción de tiempos y de costos, lo que generará tiempo disponible del gerente de compras para enfocarlo en actividades que agregarán un mayor valor al proceso, por ejemplo, la creación y análisis de reportes.

REFERENCIAS

[1] H. Camacho, K. L. Gómez, y C. A. Monroy, "Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones," LACCEL, vol. 10, pp.2, Julio 2012. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/f1dea>

[2] A. Sangry, Administración de compras, 1ra ed. México: Grupo Editorial Patria, 2014, pp.5. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/w0gfv>

[3] A. Montoya, Conceptos modernos de administración de compras, vol. 1, 19 ed. Colombia: Editorial Norma, 2002, pp.5 . [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/zq5bq>

[4] S. G. Orellana, "Evaluación de las compras corporativas de medicamentos en el sector salud, Lima 2014-2016" Tesis maestría, Gestión de los servicios de la salud, Escuela de posgrado Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2018. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/2c85a>

[5] S. Sesma, O. Gomez, V. Wirtz y M. Castro. Abasto, surtimiento y gasto de bolsillo en medicamentos en hospitales públicos de México en 2009. Salud pública Méx, vol.53, pp.470-479. Enero, 2011. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/tmtlw>

[6] J. Freund, B. Rücker y B. Hitpass, BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica con una introducción a CMMN Y DMN. 5ta ed. Chile: Camunda, 2017, pp. 3-4. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/aqs0k>

[7] EAE Business School (2017, Mar 2) 7 formas diferentes de optimizar la gestión de compras [En línea] Disponible en: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/gestion-de-compras/>

[8] G. Salas, y M. Campoverde (2019), "Proceso de Gestión de Asistencia Técnica. Caso de estudio: Hospital General Isidro Ayora de Loja, Ecuador". *Dominio de las Ciencias*, 5(3), 159-183. [En línea] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i3.930>

[9] Ercolani G., "Análisis del potencial del cloud computing para las PYMES: un modelo integrado para evaluar software as a service (SaaS) en la nube pública" Tesis Doctoral, Comunicación y documentación, Universidad de Murcia, Murcia, 2017. [En línea] Disponible en: <file:///C:/Users/soporte/Downloads/TGE.pdf>

[10] L. Muñoz y R. Prat. "La implantación de sistemas ERP: su efecto sobre la organización y los recursos humanos" Partida Doble, Vol 150, pp. 32-45, Diciembre 2003. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/xz8ce>

[11] P. A. da Conceicao y F. Gonzalez, "Maximizing the benefits of ERP Systems". *JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag*, vol.7, n.1 pp.5-32. 2010. [En línea] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-

17752010000100002&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1807-1775. <http://dx.doi.org/10.4301/S1807-17752010000100001>.

- [12] Operación y Logística, “Hospitales privados: Caso de éxito” Sintec Consulting, México 2012 [En línea], Disponible en : https://sintec.com/p_innovador/hospitales-privados/
- [13] G. Sánchez, Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida, León: Del Blanco editores, 2018, pp. 100. [En línea], Disponible en : <https://books.google.com.mx/books?id=mNuUduFpNNEC&pg=PA100&dq=compras+en+la+cadena+de+valor&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjD7-qPIIDjAhVJ7J4KHaxwDAAQ6AEILTAB#v=onepage&q=compras%20en%20la%20cadena%20de%20valor&f=false>
- [14] A. Martínezy J. C. Cegarra, Gestión por proceso de negocio: Organización horizontal. Madrid: Editorial Economista, 2014. [En línea], Disponible en : <http://xurl.es/fwa0h>
- [15] S. Gonzales, “Procedimientos administrativos para el mejoramiento de la calidad de servicio en la Empresa Korea Motos S.R.L - José Leonardo Ortiz – Chiclayo”. Tesis licenciatura, Ingeniería empresarial, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú, 2017. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10918>

AVANCES DE

INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

EN EL ESTADO DE SONORA

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

**Responsable de la edición del volumen:
Dr. Mario Barceló Valenzuela**

**Colaboradores en la edición:
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. René Daniel Fornés Rivera**



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO**



AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 3 Núm 1, octubre de 2017, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela, en colaboración con Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. René Daniel Fornés Rivera, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2017.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. René Daniel Fornés Rivera

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 3, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición:

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. René Daniel Fornés Rivera



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2017

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela
Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario
Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio
Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Posgrado en Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora
Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial y
Maestría en Ciencias de la Computación
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas
Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 3, Número 1.

2017: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Mario Barceló Valenzuela

Colaboradores en la edición: Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. René Daniel Fornés Rivera

Octubre de 2017

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de Hermosillo

2017.

465 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Arcos de Belén No. 79, Piso PH(11)

Col. Centro,

Delegación Cuauhtemoc

C.P. 6010, Distrito Federal

ISSN: 2448-7473

La presente revista está constituida por los reportes de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en algunos de los posgrados del área de ingeniería de las instituciones participantes. Por un lado, están los relacionados a “resultados de investigación” y por otro, los pertenecientes a “avances de investigación”.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores. Ni las instituciones que apoyaron en la organización de este volumen, ni los editores del mismo, se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

Gestión del Conocimiento

- Propuesta para la Integración de Equipos de Alto Rendimiento en Una Empresa de Software* Juan Pablo Becerril-Sitten, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....323
- Mejorar la Productividad Mediante la Aplicación de la Curva de Aprendizaje.* Jaime Olea Miranda, Carlos Ignacio Feuchter Leyva, Mario Barcelo-Valenzuela, Alonso Perez-Soltero.....330
- Propuesta para la Documentación de Procesos de Ventas Considerando la Gestión de Conocimiento Apoyada en Estándares de Calidad.* Sofia Chávez-Aguiñaga, Alonso Perez-Soltero, Gerardo Sanchez-Schmitz, Mario Barcelo-Valenzuela.....336
- Propuesta de un Modelo para Asignar Recursos Aprovechando el Conocimiento de Lecciones Aprendidas.* Mario Barceló Valenzuela, Iván Figueroa Velarde, Gerardo Sánchez Schmitz.....343
- Propuesta de un Modelo para Integrar el Conocimiento del Cliente al Proceso Productivo de una Organización.* Mario Barceló Valenzuela, Edlyn Hernández Rojas, Alonso Pérez Soltero.....350
- Análisis de Metodologías de Gestión de la Innovación y la Economía Circular.* Lamberto Abel Valenzuela-Corral, Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez, Ramón René Palacio-Cinco.....358
- Hacia Una Metodología de Desarrollo de Software para Automatización Industrial Basada en Lecciones Aprendidas y Buenas Prácticas de la Ingeniería del Software.* Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez Elías, María de Jesús Velázquez Mendoza, José Miguel Rodríguez Pérez.....364

Ingeniería de Software

- Arquitectura Propuesta de Reconocimiento de Voz para Traducción a Lengua de Señas Mexicana Mediante un Avatar.* Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Lic. Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.....371

Análisis de Metodologías de Gestión de la Innovación y la Economía Circular

Lamberto Abel Valenzuela-Corral[‡],
Carlos Jesús Hinojosa-Rodríguez², Ramón René Palacio-Cinco²

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Náinari,
Antonio Caso 2266, Villa ITSON, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México.
lambertoabel@gmail.com

²Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa,
Ramón Corona S/N, Colonia ITSON, CP. 85860, Navojoa Sonora, México.
Carlos.hinojosa@itson.edu.mx, ramon.palacio@itson.edu.mx

Resumen. El presente artículo tiene por objeto recomendar el uso de la gestión de la innovación en proyectos de economía circular, para sugerir a las organizaciones definir un sistema de aprovechamiento de los recursos y desarrollar ideas innovadoras en sus procesos, reutilización, diseño de productos. etc. Con el apoyo de una metodología funcional. Para ello se comparan diferentes metodologías de gestión de la innovación y sus aprovechamientos en proyectos de economía circular generando recomendaciones.

Palabras Clave: Innovación, Gestión de la Innovación, Desarrollo Económico, Economía Circular, optimización de recursos.

[‡] Estudiante de la Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios del ITSON



Design and evaluation of a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease: A day center case study



Alma Chávez^a, Gilberto Borrego^a, J. Octavio Gutierrez-Garcia^b, Luis-Felipe Rodríguez^{a,*}

^a Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora 85000, Mexico

^b ITAM, Río Hondo 1, Ciudad de México 01080, Mexico

ARTICLE INFO

Keywords:

Monitoring mobile application
Alzheimer's disease
Participatory design software methodology
Alzheimer's day center
Design recommendations

ABSTRACT

Background and objective: This paper presents Alzheed, a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease at day centers as well as a set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications. The Alzheed project was conducted at Day Center "Dorita de Ojeda" that is focused on the care of patients with Alzheimer's disease.

Materials and methods: A software design methodology based on participatory design was employed for the design of Alzheed. This methodology is both iterative and incremental and consists of two main iterative stages: evaluation of low-fidelity prototypes and evaluation of high-fidelity prototypes. Low-fidelity prototypes were evaluated by 11 day center's healthcare professionals (involved in the design of Alzheed), whereas high-fidelity prototypes were evaluated using a questionnaire based on the technology acceptance model (TAM) by the same healthcare professionals plus 30 senior psychology undergraduate students uninvolved in the design of Alzheed. **Results:** Healthcare professional participants perceived Alzheed as extremely likely to be useful and extremely likely to be usable, whereas senior psychology undergraduate students perceived Alzheed as quite likely to be useful and quite likely to be usable. Particularly, the median and mode of the TAM questionnaire were 7 (extremely likely) for healthcare professionals and 6 (quite likely) for psychology students (for both constructs: *perceived usefulness* and *perceived ease of use*). One-sample Wilcoxon signed-rank tests were performed to confirm the significance of the median for each construct.

Conclusions: From the experience of designing Alzheed, it can be concluded that co-designing with healthcare professionals leads to (i) fostering group endorsement, which prevents resistance to change and (ii) helps to meet the needs of both healthcare professionals and patients, guaranteeing the usefulness of the application. In addition, evaluation of mobile healthcare applications by users involved and uninvolved in the application's design process helps to improve the ease of use of the application.

1. Introduction

The world's population pyramid has changed through the years due to increasing life expectancy. Whereas a long life expectancy is associated with a healthy population, it is also associated with age-related diseases, e.g., Alzheimer's disease [1]. According to Winblad et al. [2], Alzheimer's disease is the most common type of dementia with 50–70% of dementia cases. In fact, the World Alzheimer Report 2018 [3] indicates that in 2018 the number of people affected by dementia worldwide was 50 million, representing an estimated cost of US\$1 trillion and about 82 billion hours spent by informal caregivers. In this regard, Brookmeyer et al. [4] estimate that by 2050 approximately 1.18% of the world's population will suffer from Alzheimer's disease.

Particularly, the number of people with Alzheimer's is projected to double every 20 years [2,3]. This becomes a global issue because, among other aspects, there will be an even higher need for senior care, and in particular, for specialized care for patients with Alzheimer's disease [3].

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative disorder characterized by progressive deterioration of vital brain functions [5]. According to the Alzheimer's Association [6], patients with AD pass through several stages including early stage, middle stage, and late stage. In the early stage, patients may be independent and may have memory lapses, lose objects, and/or have difficulties in planning. In the middle stage, patients may be confused about time and space, may have bladder control problems, may show mood swings, and may forget

* Corresponding author.

E-mail addresses: alma.chavezq@gmail.com (A. Chávez), gilberto.borrego@itson.edu.mx (G. Borrego), octavio.gutierrez@itam.mx (J.O. Gutierrez-Garcia), luis.rodriguez@itson.edu.mx (L.-F. Rodríguez).

<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103972>

Received 12 June 2019; Received in revised form 8 August 2019; Accepted 15 September 2019

1386-5056/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

events of their personal history. In the late stage, patients' abilities to communicate, walk, and even swallow are likely to be deteriorated dramatically and may even become vulnerable to infections [6].

Alzheimer's day centers are organizations that help with the daily care of patients with AD. A day center provides patients with cognitive and physical therapies, social activities, educational programs, nutrition programs, among other programs [7]. Alzheimer's day centers commonly enroll patients on these programs depending on the progression of their disease. This is the case of Day Center "Dorita de Ojeda" located in Ciudad Obregón, Sonora, Mexico, where the case study of this present work was carried out.

The different stages of AD emphasize the need for continuous monitoring of patients by caregivers at day centers. Data on their behavior and/or physical abilities may help to determine the type of medical care patients with AD should be receiving according to the progression of their disease. However, this continuous monitoring is, in some cases, carried out by caregivers using physical notepads at the end of their journey or at the same time they provide patients with medical care. In this regard, caregivers at day centers must focus their attention mainly on patients as the behaviors of people with dementia may lead to critical situations such as self-harm [8]. Moreover, data collection sometimes is regarded as an informal process with no standard workflows. As a result, this monitoring process is both time consuming and error-prone.

To facilitate this continuous monitoring of patients with AD, this work proposes Alzheed, a mobile application for monitoring patients with AD at day centers.

The purpose of this work is to provide insights gained from designing Alzheed at Day Center "Dorita de Ojeda" into how mobile applications in the context of Alzheimer's day centers should be designed and evaluated. It should be noted that Alzheed was implemented as a mobile application because, as indicated in [9], (i) mobility is fundamental to support healthcare workflows and (ii) many healthcare professionals already recognize the benefits of mobile computing, which eases the adoption of mobile applications. In addition, a mobile application allows healthcare professionals to reduce the time that patients with AD (whose behaviors may lead to self-harm [8]) are left unattended.

Alzheed is a type of *mobile health monitoring system* according to the classification proposed by Baig and Gholamhosseini [10], as Alzheed relies on mobile devices for the monitoring of patients with AD by caregivers at day centers. The classification by Baig and Gholamhosseini organizes this type of systems as (i) remote, (ii) mobile, and (iii) wearable *health monitoring systems*. In particular, the type of monitoring implemented in Alzheed is characterized by the type of data collected and the data collection strategy. The types of data collected by means of Alzheed are (i) behavioral data such as aggression, wandering, apathy, and drowsiness; (ii) clinical and health related data; (iii) activities carried out; (iv) performance in cognitive and physical therapies; (v) attitudes and crises such as anger, delusions, mood swings, and anxiety; (vi) hygiene habits; (vii) eating performance; and (viii) administrative data such as arrival time to the day center. The data collection strategy of Alzheed is characterized by manual data registration, continuous monitoring, unobtrusive patient monitoring, and contextual data input.

Importantly, the healthcare context of Alzheimer's day centers pose several challenges to mobile software design, including (i) the incorporation of highly specialized knowledge of healthcare professionals, (ii) matching the peculiarities of AD with software requirements, (iii) dealing with potentially subjective perception of AD's symptoms, and (iv) handling frequent monitoring of a number of patients.

Due to the above challenges and monitoring requirements, this work adopted a software design methodology based on participatory design where target users and developers co-design applications [11]. This type of software design methodology leads to a user-centered design

that captures the needs of both healthcare professionals and patients [12]. Furthermore, participatory design has proved its value in the context of healthcare, see [13–15] for successful examples.

To design Alzheed, both low-fidelity and high-fidelity prototypes were developed. A low-fidelity prototype is a tangible sketch of an application design with the aim of (i) verifying whether an application meets previously identified requirements and (ii) checking usability. A high-fidelity prototype is a realistic representation of the application in terms of visual design, content, and functionality. The objective of a high-fidelity prototype is to provide users (e.g., caregivers) with an application as similar as possible to the final version of the application. By creating low-fidelity and high-fidelity prototypes, working software was prioritized and prompt feedback from users was received. Target user collaboration was promoted by (i) conducting interviews as part of the requirement analysis and (ii) evaluating the design progress by giving a presentation on low-fidelity and high-fidelity prototypes to final users.

To formally evaluate Alzheed's design, a technology acceptance model (TAM) questionnaire [16] was used. The TAM was selected because it measures both *perceived usefulness* and *perceived ease of use* using a short 12-item questionnaire. In addition, it is a universal questionnaire [17] that can be adapted to the domain of the application. Moreover, the TAM questionnaire is widely accepted in the literature [18]. The TAM questionnaire was completed by both (i) target users involved in the initial phases of Alzheed's design and (ii) potential target users uninvolved in the design. This is because previous participation of the users in the design may compromise their opinions, hence, users uninvolved in the design may be better judges for the usability and usefulness of Alzheed.

The novelty of this work rests on (i) the introduction of a phase for matching software requirements with the peculiarities of a given condition (e.g., Alzheimer's condition) to a participatory software design methodology for healthcare mobile applications, and (ii) the introduction of a formal evaluation methodology for healthcare mobile applications where the feedback from users involved and uninvolved in the design of the mobile applications is taken into account. The relevance of this work rests on its contributions towards further understanding how mobile applications in the context of Alzheimer's day centers should be designed and evaluated, which are as follows:

- An iterative and incremental participatory software design methodology for healthcare mobile applications, which includes a phase for matching software requirements with the peculiarities of a given condition to help to assure that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with the condition (see Section 3).
- An evaluation methodology for healthcare mobile applications where both users involved and users uninvolved in the design of the applications formally evaluate high-fidelity prototypes (see Section 3.2).
- A mobile application for monitoring patients with AD that is currently used at an Alzheimer's day center in Mexico (see Section 4.2.1).
- A set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications in the context of Alzheimer's day centers (see Section 5).
- A participatory design experience that can be used as a reference for future mobile application developments in the context of Alzheimer's day centers.

The rest of the paper is structured as follows. Section 2 presents a brief literature review on design experiences and design recommendations of mobile application developments for AD and/or dementia care. Section 3 describes the materials and methods used to design and evaluate Alzheed. Section 4 presents results regarding the design and evaluation of Alzheed's low-fidelity and high-fidelity prototypes.

Table 1
Related work comparison.

	Authors' present research	Slegers et al. [13]	Maiden et al. [23]	Zachos et al. [24]	Edmeads and Metatla [25]	Muriana and Homung [15]
Application domain	Monitoring patients	Mealtime monitoring	Caregivers support	Caregivers support	Reminiscence engagement	General
Target user	Psychologists, physiotherapists, nurses, and social workers	Caregivers	Caregivers	Caregivers	Senior citizens	Senior citizens
Participatory design	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Low-fidelity prototype	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
High-fidelity prototype	Yes	Yes	No	No	Yes	No
Design evaluation technique	Formal TAM questionnaire	NA	NA	Pilot case study in residential home	Observation of participant exploration of prototypes	Open conversations of participants
Design evaluation by target users where at least some users were involved in the design process	Yes	NA	NA	Yes	Yes	Yes
Design evaluation by target users uninvolved in the design process	Yes	NA	NA	No	No	No
Number of participants involved in the evaluation	41	NA	NA	7	26	12
Application implemented	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No

Section 5 presents design recommendations for the development of healthcare applications in the context of Alzheimer's day centers. Section 6 provides some concluding remarks and future research directions.

2. Related work

It is acknowledged that there is a myriad of research efforts implementing ad-hoc (mobile) applications focused on AD and/or dementia-related diseases, see [19–21]. However, frequently the focus of those efforts is on technical challenges, e.g., Helmy and Helmy's work [19] focuses on activity recognition algorithms for dementia, autism, and AD. Moreover, specialized surveys on computer-assisted technology for AD have been published, see, for instance, the survey by Ienca et al. [22]. Nevertheless, literature on design experiences and design recommendations for mobile applications for AD and dementia-related conditions is scarce. Table 1 presents a comparative overview of healthcare applications for patients with dementia. These selected works were identified from the results of a Google Scholar search using the following keywords: *dementia*, *Alzheimer's disease*, *software/application design*, and/or *mobile applications*.

As observed in Table 1, in the domain of healthcare applications for patients with dementia, participatory design is commonly performed (see [13,23–25,15]), however, the design of the applications is either not evaluated (as in [23]) or evaluated informally (as in [15] via open conversations). Moreover, some research efforts [23,24] skip the design evaluation phase and request target users to evaluate a pilot application, which may result in applications that may not meet the needs of target users entirely. In this regard, this present work's participatory design methodology includes both low-fidelity and high-fidelity prototypes to help to assure that user requirements are met. Unlike previous research on the design of healthcare applications focused on AD (see [13,23–25,15]), to evaluate the design of Alzheed, a formal design evaluation technique, namely the TAM questionnaire, was used. Furthermore, in contrast to other research efforts [24,25,15], in addition to evaluating prototypes using target users involved in the initial phases of the design, Alzheed's design was also evaluated by target users uninvolved in the design, which may be better judges for the usability and usefulness of Alzheed. Also, as shown in Table 1, the number of participants involved in the evaluation of healthcare applications for patients with dementia is relatively small, ranging from 7 (as in [24]) to 26 (as in [25]). This may be due to the complexity of recruiting participants to some degree connected with or familiar with dementia-related diseases. In this regard, the results presented in this work were obtained from the evaluation of Alzheed by 41 participants.

3. Materials and method

The software design methodology (Fig. 1) employed is both iterative and incremental and consists of two main iterative stages: evaluation of low-fidelity prototypes and evaluation of high-fidelity prototypes.

3.1. First iteration: low-fidelity prototypes

The first iteration of the methodology focuses on the design and evaluation of low-fidelity prototypes that serve to (i) corroborate that all identified requirements are met and (ii) allow users to visualize how the mobile application would work so that they could provide feedback at this early design stage.

3.1.1. Objective

The main goal of this phase is to deeply understand (i) the daily activities and roles of people involved in the day center, (ii) the interactions between healthcare professionals/staff and patients, and (iii) the data to be collected about patients.

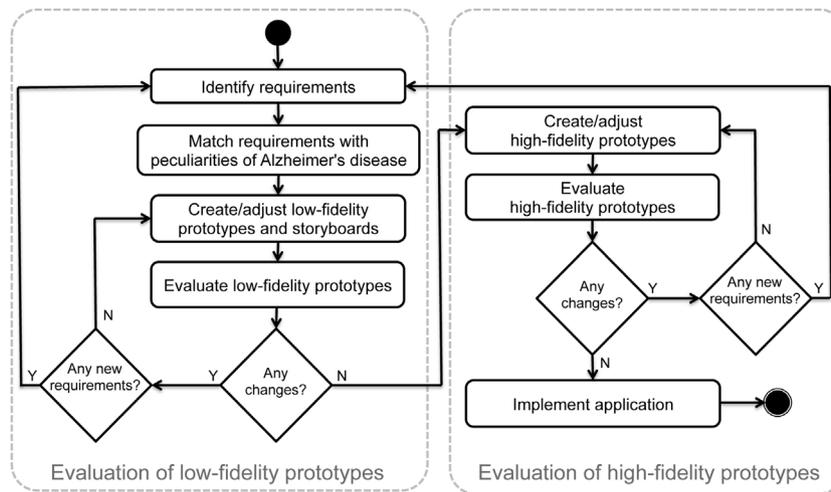


Fig. 1. Software design methodology employed for the development of Alzheed.

3.1.2. Instrumentation

In this phase, day center's healthcare professionals and staff were interviewed using an ad-hoc semi-structured interview. Table 2 includes the questions used as a reference to guide the interview.

3.1.3. Process

1. *Requirements elicitation.* The elicitation of requirements consisted of the following four activities:

- *Interviews:* day center's healthcare professionals as well as staff were interviewed to obtain (i) a holistic view of the Alzheimer's condition and (ii) a global perspective of their daily activities.
- *Observation:* an observation phase was carried out during one month visiting the day center three times a week from four to eight hours each day.
- *Process modeling:* using information extracted from the interviews and the observation phase, a formal business process model was made, see Figs. 2 and 3. This facilitated both understanding and formalizing the processes regarding the care of patients with AD carried out at the day center.
- *User stories:* as a result of the requirement analysis, user stories were generated to clearly specify and represent the requirements identified.

2. *Matching software requirements with the peculiarities of Alzheimer's condition.* Based on the requirements elicited, a set of data elements to monitor patients with AD were identified. In this phase, the relationships between these data elements and either symptoms,

causes, or risk factors of AD were verified. In doing so, it is expected to guarantee that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with the Alzheimer's condition. In addition, during this phase, when the causes and/or symptoms are subject to the perception of either healthcare professionals or the patients in question, Likert scales were defined and proposed for each potentially subjective symptom/cause.

3. *Creation of low-fidelity prototypes and storyboards.* Once all the requirements were identified, a set of low-fidelity prototypes and storyboards were created. The storyboards consisted of sequences of low-fidelity prototypes of Alzheed's screens and their associated descriptions, which showed to each type of user the proposed procedure to record the data collected from monitoring patients with AD (see Fig. 4). These low-fidelity scenarios and storyboards allowed target users to understand and visualize how the mobile application would work with respect to data input items, graphical elements, navigation method, screen sequences, among other aspects.

4. *Validation of low-fidelity prototypes with healthcare professionals involved in the day center.* The low-fidelity prototypes were presented to the day center's healthcare professionals and staff. The objective was to promote their criticism under the assumption that observing a work-in-progress product may facilitate the expression of users' opinions. In this phase, users were able to propose modifications to both the form and content of the mobile application. Users were provided with materials such as sticky notes and markers so that they could point out the changes in each element of the proposed prototype. It is worth remarking that in this phase, new requirements could be found. In such a case, it is necessary to return to the requirements elicitation phase and match the new requirements with the peculiarities of Alzheimer's condition, followed by the creation of new low-fidelity prototypes and storyboards to be validated with the participants.

Table 2

Questions of the ad-hoc semi-structured interview used as a reference to guide the interview.

Q1	What do you know about AD (causes, symptoms, stages, treatment, etc.)?
Q2	What role do you play in the care of patients with AD?
Q3	Please describe your daily tasks
Q4	What data/information do you need to do your daily tasks?
Q5	What data do you register during the day in relation to your activities?
Q6	How do you currently register your data?
Q7	How often and how many times do you register data?
Q8	How much time do you spend registering data?
Q9	Who at the day center makes use of the information that you register?
Q10	What sort of data (that is not currently registered) do you think would be useful?
Q11	Is there any data that you monitor and keep in mind but you are not explicitly instructed to register?
Q12	How do you know which data is relevant to the evolution of the patient and which one is not?
Q13	What kind of decisions could be supported with this registered data?

3.2. Second iteration: high-fidelity prototypes

The second iteration of the methodology focuses on the design of a high-fidelity prototype to provide users with a realistic representation of the application so that aspects such as visual design, content, and functionality are formally evaluated before carrying out a computational implementation.

3.2.1. Objective

The main goal of this phase is to design a high-fidelity interactive prototype of the mobile application. This prototype allowed

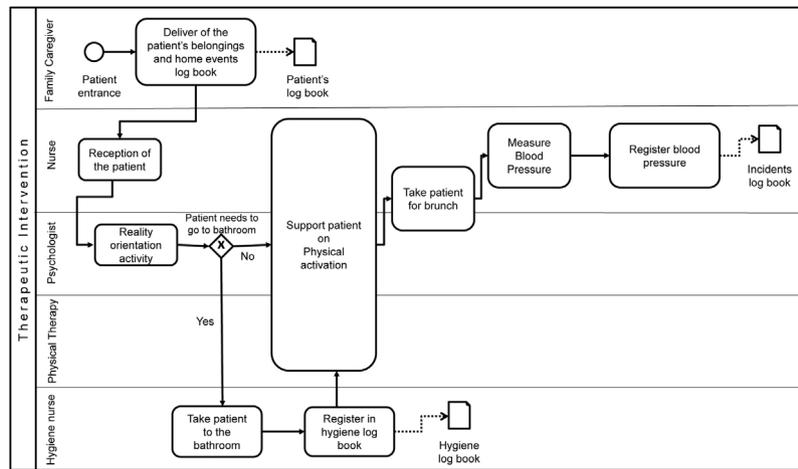


Fig. 2. Formal business process model of the day center (Part 1).

participants to evaluate its usability and usefulness from the perspective of the role each participant plays.

3.2.2. Instrumentation

A questionnaire based on TAM [16] (with a Likert-7 scale) was used to evaluate the user perception of usefulness and ease of use. According to Davis [16], perceived usefulness is defined as “the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance” and perceived ease of use is defined as “the degree to which a person believes that using a particular system would be free of effort.”

3.2.3. Process

1. *Creation of high-fidelity scenarios.* A high-fidelity prototype was designed based on the feedback from the day center's healthcare professionals and staff about the low-fidelity prototypes. It is worth highlighting that the high-fidelity prototype must allow final users to understand how the mobile application would work so that constructs such as *perceived ease of use* and *perceived usefulness* can be evaluated.
2. *Evaluation of the high-fidelity prototype by users involved and uninvolved in the design of Alzheed.* The high-fidelity prototype was evaluated through a focus group using a TAM questionnaire. The evaluation took place after a cognitive walk-through to show how users can interact with the mobile application and how this

application assists in data collection. There were two evaluations: (i) one evaluation conducted by the day center's healthcare professionals and staff involved in the design of Alzheed, and (ii) one evaluation conducted by senior psychology students uninvolved in the design process of the low-fidelity and high-fidelity prototypes. The evaluation by participants uninvolved in the design of Alzheed may increase the probability that future healthcare professionals working at day centers for patients with AD will find the mobile application useful. If new requirements were identified in this evaluation phase, it is necessary to return to the requirements elicitation phase, match the new requirements with the Alzheimer's condition peculiarities, and create the corresponding low-fidelity prototypes to be re-evaluated. Otherwise, when participants proposed modifications that did not involve new requirements, the high-fidelity prototype was simply adjusted and re-evaluated by the participants.

3. *Implementation of Alzheed.* Once the high-fidelity prototype was fully approved, the implementation of the mobile application was carried out.

4. Results

This section presents the results of each iteration of the software design methodology described in Section 3.

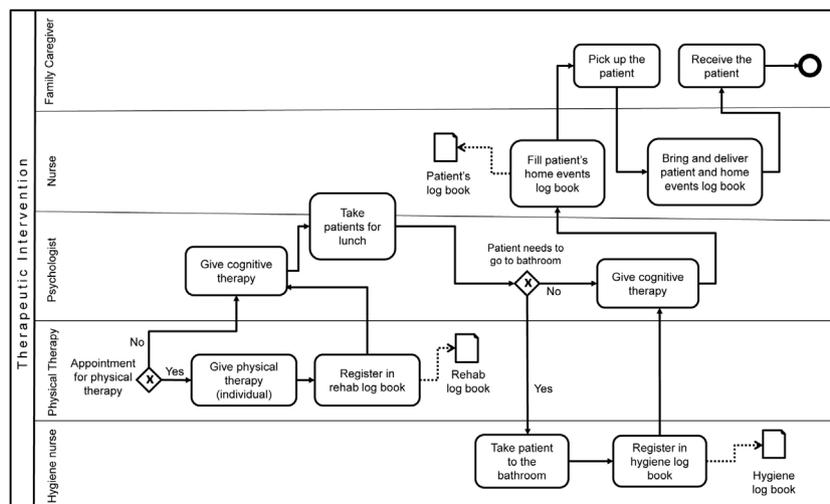


Fig. 3. Formal business process model of the day center (Part 2).

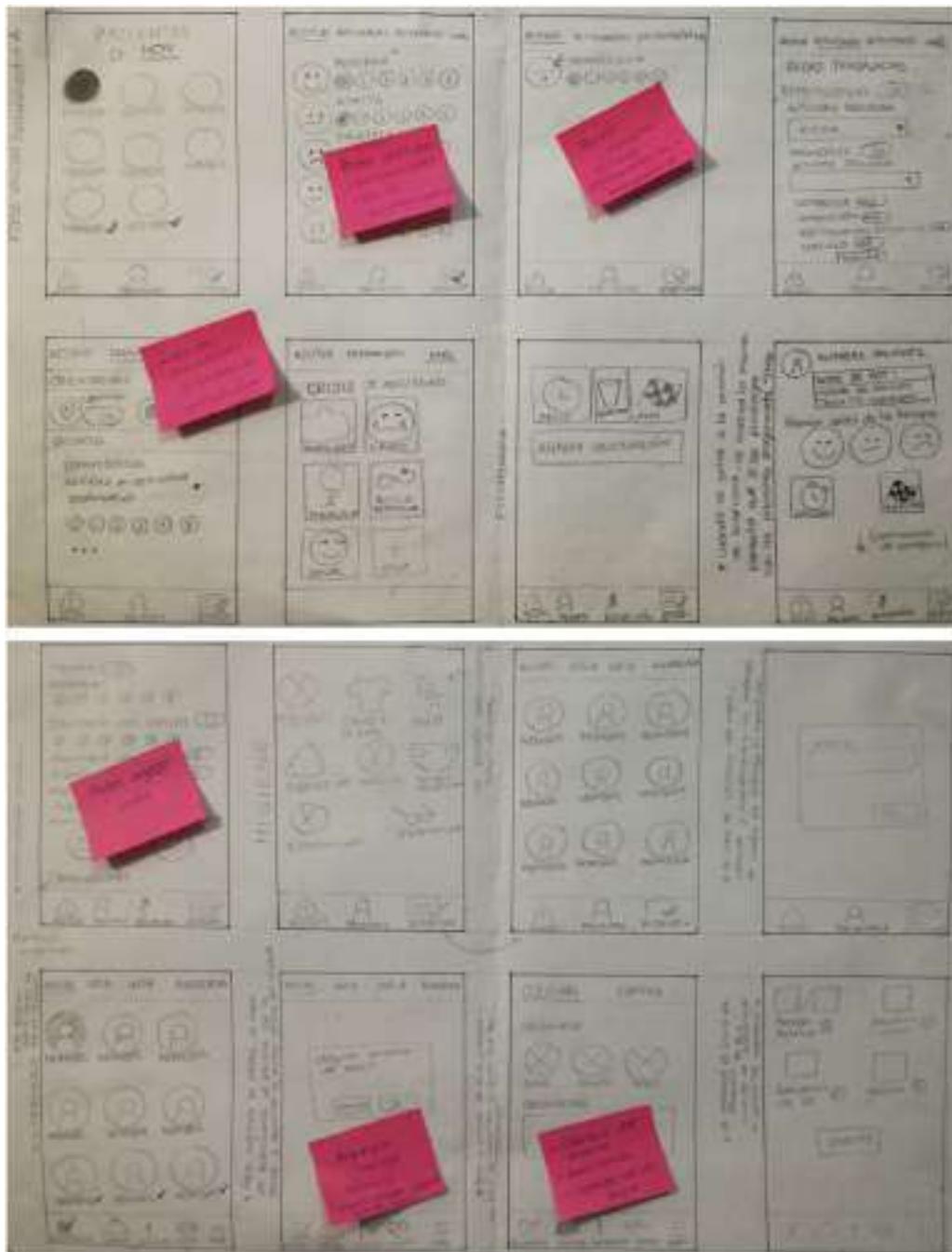


Fig. 4. An illustrative example of (i) storyboards composed of low-fidelity prototypes of Alzheed and (ii) corrections to low-fidelity prototypes by the day center's healthcare professionals.

Table 3
A representative user story.

Number: 1	User story: Patient's log book User: Psychologist Story name: Patient's log book Description: As a psychologist I want to be able to record whether the patient is wandering, anxious, how many crises presents, the level of social disintegration, and level of drowsiness. Every item should be evaluated using values ranging from 0 to 5. This process must be simple and intuitive. When a patient's medication changes, the mobile application must notify the psychologists. Observations: Psychologists would like to have access to the information of all the patients of the day center.
------------------	---

4.1. Low-fidelity prototypes

In this phase, the participants were the psychologists, nurses, social workers, and physiotherapists of Day Center “Dorita de Ojeda”. Participants were interviewed individually about their daily routines. Each interview lasted between 20 and 40 minutes. After the interviews were completed, the observation phase took place.

From the observation phase and the interviews, a formal business process model was made (see Figs. 2 and 3), which helped to detect four main activity areas of the day center: cognitive therapy, physical therapy, nursery, and hygiene. So, tasks performed by healthcare professionals in these four activity areas were also analyzed. As expected, healthcare professionals at the day center perform tasks that take a great amount of time such as taking notes using physical notepads and

Table 4
Brief summary of user stories.

User story	User	Description
Patient's log book	Psychologist or social worker	The user will register crises, and different attitudes and behaviors of patients
Hygiene log book	Hygiene nurse	The application must register the time every patient urinates and defecates. The user must be able to add any other incidences regarding patient hygiene
Physical therapy summary	Physiotherapist	The user must be able to evaluate the activities done by patients during therapies, also, must be able to indicate whether any planned activity was not done by patients. Every activity will be evaluated in a 0 to 5 scale. Also, the user must be able to register the start and finish time of therapy as well as the initial and final mood of patients
Patient summary	Physiotherapist	The user must be able to see patient's summary, for instance, whether s/he has sleeping troubles or any trouble mood to deal with, and/or whether there was any recent injury
Physical activation	Physiotherapist	The user must be able to register the start and finish time of the physical activation
Incidences	Nurse	The user must be able to register different important notes about patients (for instance, incidences in and out of the day center such as injuries, sleep disorders, medication change, etc.)
Attendance	Nurse	The user must be able to register the entrance and exit of every patient
Patient's directory	Nurse	The user must be able to see a relative's contact details of patients
Meals performance	Nurse	The user must be able to evaluate eating performance of every patient during brunch and lunch
Vital signs	Nurse	The user must be able to manually register patients' vital signs (heart rate, blood pressure, oxygen saturation, and glucose)

sharing information with partners about diverse aspects of patients (e.g., their behaviors and attitudes).

User stories were developed based on the results of the interviews and observation. See Tables 3 and 4 for an example of a representative user story and a summary of the user stories created, respectively.

A low-fidelity prototype was designed based on the user stories and requirements identified. This low-fidelity prototype was made on paper and provided to the participants so that they could propose any modification (Fig. 4). The low-fidelity prototype was shown to the participants individually in a session conducted at the day center. Participants pointed out modifications using sticky notes that were pasted on the drawings. The modifications proposed ranged from including additional data fields to providing separate sections for registering patient's performance on cognitive therapies and physical activities. In general, the design and development of this low-fidelity prototype was carried out in a total of 7 weeks.

4.2. High-fidelity prototypes

A high-fidelity prototype was developed based on the feedback from the healthcare professionals of the day center about the low-fidelity prototypes. This high-fidelity prototype was designed and developed using the Adobe Experience Design Tool [26]. In the remainder of this section, key features of Alzheed and its evaluation are presented.

4.2.1. Alzheed's key features

Alzheed facilitates continuous monitoring of patients with AD at day centers. Alzheed allows healthcare professionals to manually register patients' (i) performance in cognitive therapies and (ii) observed behaviors related to the Alzheimer's condition such as aggression, wandering, apathy, and drowsiness. Also, healthcare professionals are able to manually input information on patients' attitudes and crises such as anger, delusions, mood swings, and anxiety. Alzheed also provides mechanisms for manually registering extraordinary events associated with patient behaviors. Using Alzheed, nurses and physiotherapists are able to manually register information about how many times patients go to the restroom, their eating performance, vital signs, medication changes, and their performance in physical therapies. It should be noted that Alzheed does not support automatic data collection, for instance, of vital signs, because the day center, for which Alzheed was developed for, was not provided with special devices and/or sensors to enable automatic data collection. Furthermore, Alzheed presents patient information grouped into five main categories: (i) nursery, (ii) hygiene, (iii) physiotherapy, (iv) cognitive behavior for early phases of AD, and (v) cognitive behavior for advanced phases of AD. It should be noted that these categories were determined based on the results of the requirement's elicitation and observation phases. See Table 5 for a list of

other Alzheed's features and Fig. 5 for a set of selected Alzheed's screenshots depicting some functionalities.

4.2.2. Evaluation of Alzheed using the TAM

Alzheed was evaluated in terms of *perceived usefulness* and *perceived ease of use*. There were two participant groups: (i) a group of 11 healthcare professionals involved in the design of Alzheed, and (ii) a group of 30 senior undergraduate students pursuing a B.A. in psychology uninvolved in the design of Alzheed. Psychology students were selected because they are potential healthcare professionals that may be involved in the care of people with dementia, and at the same time, they are outsider evaluators (i.e., evaluators uninvolved in the design) of the high-fidelity interactive prototype.

Individuals of both participant groups were requested to answer a TAM questionnaire (Table 6) after observing a cognitive walk-through showing Alzheed's characteristics. It should be noted that the TAM is a customizable, standard questionnaire [17], which is interpreted by respondents according to their domain. For instance, in the context of healthcare professionals working at Alzheimer's day centers, the term *job performance* (in question 2 of Table 6) means how well healthcare professionals perform their job duties such as monitoring patients with AD. The results of the TAM questionnaire are presented in Tables 7 and 8.

As for the evaluation by the healthcare professionals of the day center involved in the design of Alzheed, Table 8 shows that the median and mode are 7 (extremely likely) for both constructs: perceived usefulness and perceived ease of use. In addition, the minimum value is 4 (neither), and percentiles 75 are 7 for both constructs. Thus, in general, the healthcare professional participants perceived Alzheed as (extremely likely to be) useful and (extremely likely to be) usable.

As for the evaluation by the senior psychology undergraduate students uninvolved in the design of Alzheed, Table 8 shows that the median and mode are 6 (quite likely) for both constructs: perceived usefulness and perceived ease of use. It should be noted that the minimum value for both constructs is 1 (extremely unlikely). Nevertheless, as shown in Table 7, this minimum value was reported only by 3 (out of 30) participants. It is worth mentioning that none of the percentiles are lower than 5 (slightly likely). Furthermore, to verify whether these extreme values have a lower significance than a specified median, two one-sample Wilcoxon signed-rank tests were performed (one for each construct) on the evaluation results obtained from the senior psychology undergraduate students. The one-sample Wilcoxon signed-rank test was applied since the Likert scale is considered an ordinal scale and the obtained data of each construct was not adjusted to the normal curve based on the results of the Kolmogorov-Smirnov test of normality (p -value < 0.00001). In particular, for the usefulness construct with a specified median of 5, the one-sample Wilcoxon

Table 5
Key features of Alzheed for monitoring patients with AD by healthcare professionals.

Type of feature	User(s)	Name	Description
Administrative	Nurse	Attendance	Users are able to register patient arrivals to the day center and assistive devices (e.g., a walking stick) that bring with them. In addition, users are able to register patient departures from the day center
Health	Nurse	Vital signs	Users are able to manually register blood pressure, oxygen saturation, glucose, and heart rate of patients
Nutrition	Nurse	Meals	Users are able to register patients' performance during every meal either brunch or lunch
Administrative, discipline, and health	Nurse, psychologist, social worker and/or physiotherapist	Incidences and notifications	Users are able to register any incidence with patients. The incidence can be about physical conditions, sleep disorders, discipline issues or hygiene. In addition, users are able to indicate which individuals will receive a given notification regarding a given patient
Hygiene	Nurse	Hygiene log book	Users are able to register every time patients defecate and/or urinate in addition to registering whether patients have an infection and/or constipation, among other conditions
Cognitive	Psychologist and/or social worker	Activities	Users are able to register which therapy areas were stimulated (namely, reminiscence, calculus, language, sensory stimulation, attention and memory) and the activities done for each therapy
Cognitive	Psychologist and/or social worker	Performance	Based on the users' role, users are able to evaluate the performance shown by patients during a given activity from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Attitude log book	Users are able to evaluate attitudes (e.g., anxiety) shown by patients from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Behavior log book	Users are able to evaluate behaviors (such as wandering and apathy) shown by patients from 0 to 5
Non-cognitive symptoms	Psychologist and/or social worker	Crisis	Users are able to register patients' crises such as crying and repetitive attitudes, among others
Physical	Physiotherapist	Physical log book	Users are able to register activities done by patients in therapy sessions and evaluate patients' performance from 0 to 5. In addition, users are able to register patients' mood before and after therapies

signed-rank test ($W = 196.5$, p -value = 0.03732) shows that the median is significantly greater than 5 even with extreme values such as 1 and 2. For the ease of use construct also with a specified median of 5, the one-sample Wilcoxon signed-rank test ($W = 220.5$, p -value = 0.02138) shows that the median is significantly greater than 5, which means that extreme values do not affect the results. Thus, in general, the senior psychology undergraduate students perceived Alzheed as (quite likely to be) useful and (quite likely to be) usable.

It should be noted that the evaluation results obtained from each participant group are different. The answers of the day center's healthcare professionals involved in the design of Alzheed were more positive than the answers of the participants uninvolved in the design. These results were expected due to the unfamiliarity of the participants uninvolved in the design with both the project and the objective of Alzheed. This is because the psychology students had no previous experience with patients with AD or their care, so they were unable to fully understand the context of day centers and the corresponding workflows, and as a consequence, they were not entirely cognizant of how, when, and what information should be collected. Nevertheless, they were able to grasp (to some extent) how to use Alzheed and its purpose demonstrating the usability and usefulness of Alzheed. Moreover, in general, the evidence (see Table 8) shows that both participant groups perceived Alzheed as useful and easy to use. In fact, when taking into account the evaluation results obtained from both groups, the median for each construct is 6 (quite likely). In addition, for the *perceived usefulness* construct, the mode has a value of 6 (quite likely to be useful) and for the *perceived ease of use* construct, the mode has a value of 7 (extremely likely to be usable). In general, the design and development of this high-fidelity prototype was carried out in a total of 4 weeks.

5. Design recommendations

In this section, a series of design recommendations arisen from the experience of designing and developing Alzheed are presented.

5.1. Co-design with healthcare professionals to share ownership and foster group endorsement

Based on the experience of designing Alzheed, it is advisable that the design process of a healthcare application has the endorsement of at least one group of healthcare professionals to reduce resistance to change. Public support for the use of a healthcare application by a group of professionals and their public recognition about its usefulness and ease of use may lead other users to adopt the application more easily. Therefore, healthcare applications should be co-designed with healthcare professionals to achieve such endorsement, in addition to sharing ownership of the application. Furthermore, this helps to assure that the application meets the actual needs of healthcare professionals.

5.2. Validate peculiarities about the medical condition using related literature

It is a pertinent concern for designers and healthcare professionals the validity of the content managed by healthcare mobile applications. Therefore, the design process should include a literature review on the medical condition in question. This literature analysis should be focused on supporting and validating the concepts, measurements, scales, and requirements elicited.

5.3. Evaluation by users involved and uninvolved in the application's design process

In the healthcare domain, it is crucial for healthcare professionals to deeply understand the software systems they use as support for their daily tasks. Therefore, it is advisable that the mobile application (or its prototypes) are evaluated (i) by healthcare professionals involved in the whole design process, and (ii) by external users uninvolved in such design process. The evaluation by external users uninvolved in the design process and external to day centers may lead to a mobile application that remains useful and easy to use by future potential healthcare professionals (or any other person unfamiliar with the mobile application). Moreover, users uninvolved in the design process may evaluate the application with no preconceptions and help to improve

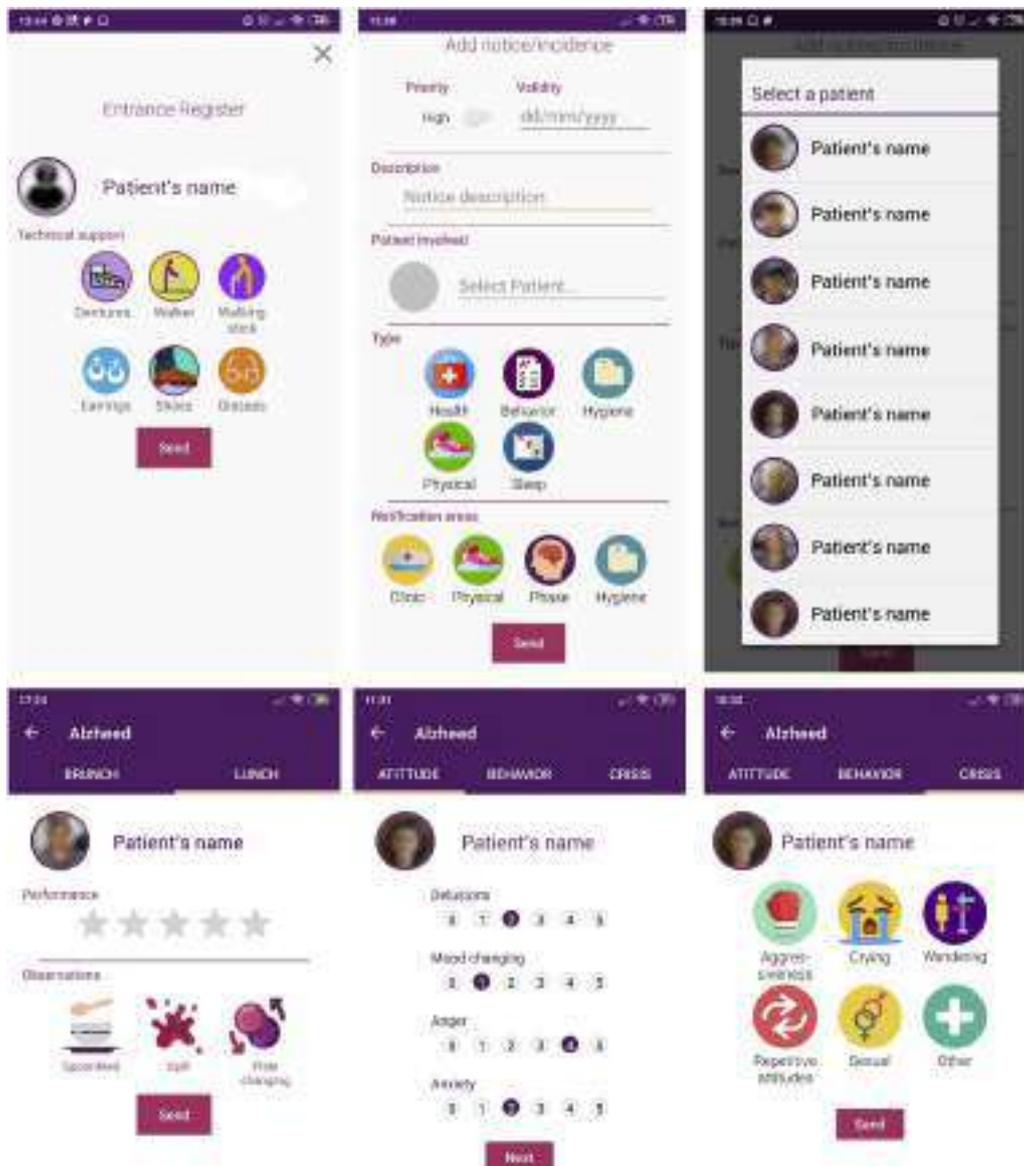


Fig. 5. A set of selected Alzheed's screenshots.

Table 6
TAM questionnaire for Alzheed evaluation.

	Perceived usefulness
Q1	Using Alzheed in my job would enable me to accomplish tasks more quickly
Q2	Using Alzheed would improve my job performance
Q3	Using Alzheed in my job could increase my productivity
Q4	Using Alzheed would enhance my effectiveness on the job
Q5	Using Alzheed would make it easier to do my job
Q6	I would find Alzheed useful in my job
	Perceived ease of use
Q7	Learning to operate Alzheed would be easy for me
Q8	I would find it easy to get Alzheed to do what I want it to do
Q9	My interaction with Alzheed would be clear and understandable
Q10	I would find Alzheed to be flexible to interact with
Q11	It would be easy for me to become skillful at using Alzheed
Q12	I would find Alzheed easy to use

Values and interpretation for possible answers are as follows: 7: extremely likely, 6: quite likely, 5: slightly likely, 4: neither, 3: slightly unlikely, 2: quite unlikely, and 1: extremely unlikely

the ease of use of the application.

5.4. Create as many prototypes as needed

During a mobile application's development process, it is crucial for users to completely understand how such application will work and how users will interact with it. It can therefore be helpful to create at least one or more low-fidelity prototypes and one or more high-fidelity prototypes before the implementation of the mobile application takes place. This frequent and rapid prototyping based on user requirements allows designers to receive important feedback from users to avoid implementing functions that will not be used or that should be modified.

5.5. Prevent errors in data collection

Healthcare professionals at day centers are busy most of the time as they have to keep direct contact with various patients simultaneously. Therefore, a monitoring mobile application for patients with dementia should not be complex. In fact, the mobile application should be designed to prevent healthcare professionals from making errors when

Table 7
Detailed TAM results.

	Individual Id	Responses regarding usefulness (Q1-Q6) and ease of use (Q7-Q12)											
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
Group involved in the design	Individual 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Individual 2	6	6	6	6	7	7	6	7	7	6	7	6
	Individual 3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 4	7	7	7	6	7	7	7	4	7	7	7	7
	Individual 5	6	4	6	7	7	7	7	4	7	7	7	7
	Individual 6	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6	7	7
	Individual 7	7	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 8	7	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 9	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	6	6
	Individual 10	6	7	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6
	Individual 11	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7
Group uninvolved in the design	Individual 12	6	5	6	5	5	6	5	5	5	5	6	5
	Individual 13	6	6	6	6	5	6	7	5	6	6	6	6
	Individual 14	6	6	6	6	6	6	7	5	7	6	7	7
	Individual 15	6	5	5	5	6	4	6	4	6	6	7	7
	Individual 16	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
	Individual 17	6	6	6	7	7	6	7	6	6	7	7	7
	Individual 18	6	5	5	6	5	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 19	6	6	5	6	6	7	6	3	5	5	5	5
	Individual 20	7	6	6	7	7	7	5	5	6	6	3	5
	Individual 21	4	4	4	5	5	5	7	6	7	7	6	7
	Individual 22	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	4	5
	Individual 23	6	6	6	5	6	6	7	5	7	6	7	7
	Individual 24	6	5	5	5	5	7	6	6	5	4	6	6
	Individual 25	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
	Individual 26	7	7	7	7	6	6	5	5	6	6	6	6
	Individual 27	6	6	6	5	6	5	7	7	7	7	7	7
	Individual 28	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	6	7
	Individual 29	6	4	5	4	5	6	6	4	4	6	6	6
	Individual 30	1	2	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1
	Individual 31	6	5	4	5	5	5	7	5	5	4	6	6
	Individual 32	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 33	4	5	5	5	5	5	6	4	5	5	4	5
	Individual 34	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Individual 35	6	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7
	Individual 36	5	5	5	4	6	6	7	6	6	6	6	6
	Individual 37	2	3	2	2	2	2	1	4	2	2	2	2
	Individual 38	5	4	3	3	5	6	4	3	5	5	6	6
	Individual 39	7	6	7	6	7	7	6	7	7	7	6	7
	Individual 40	4	4	5	4	4	4	3	4	4	3	3	4
	Individual 41	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Values and interpretation for possible answers are as follows: 7: extremely likely, 6: quite likely, 5: slightly likely, 4: neither, 3: slightly unlikely, 2: quite unlikely, and 1: extremely unlikely

entering data. The mobile application should present clean graphical interfaces and avoid text input fields for unstructured data when possible, instead, predefined options should be provided to register data with a standard structure.

6. Conclusions and future work

This paper presents the design and evaluation of Alzheed, a mobile application for monitoring patients with Alzheimer's disease (AD). The design of Alzheed was based on a participatory design methodology,

which involved creating low-fidelity and high-fidelity prototypes. This methodology also involved matching software requirements with peculiarities of the Alzheimer's condition, which helped to assure that the requirements elicited take into account relevant aspects associated with AD. The resultant Alzheed's high fidelity prototype was formally evaluated using a TAM questionnaire by participants involved and uninvolved in its design. Feedback from participants uninvolved in the design helped to improve the ease of use of the application. In addition, these participants may have been stricter judges for the usability and usefulness of Alzheed because their opinions may have not been

Table 8
Descriptive statistics of the TAM evaluation results.

Construct	Median	Mode	Min	Max	Percentile 25	Percentile 50	Percentile 75
Evaluation by healthcare professionals involved in the design of Alzheed							
Perceived usefulness	7	7	4	7	6	7	7
Perceived ease of use	7	7	4	7	6	7	7
Evaluation by senior psychology students uninvolved in the design of Alzheed							
Perceived usefulness	6	6	1	7	5	6	6
Perceived ease of use	6	6	1	7	5	6	7
TAM evaluation results taking into account both participant groups							
Perceived usefulness	6	6	1	7	5	6	7
Perceived ease of use	6	7	1	7	5	6	7

compromised as a consequence of previous involvement in the design. Evidence indicates that the target users perceived Alzheed as quite likely to be useful and quite likely to be usable.

This work contributes a mobile application for monitoring patients with AD. In this regard, at the time this paper was written, Alzheed has been already in use at Day Center “Dorita de Ojeda” for several months. Another contribution of this work is a set of design recommendations for the development of healthcare mobile applications. Additionally, from the experience of implementing Alzheed, it can be concluded that it is advisable to carefully conduct observation activities at the day center in order to avoid potential assumptions made by healthcare professionals and staff of the day center.

It is important to mention that Alzheed could be utilized to monitor and record data about patients with diseases related to AD, including Lewy Body dementia, Parkinson's disease, and Vascular Dementia. Patients with these types of diseases present similar symptoms and behaviors, such as memory loss, confusion, language impairment, personality changes, and depression [27,28].

The results of the present work may lead to further developments. For instance, the collected data using Alzheed at day centers may be used to carry out advanced data analysis supported by machine learning techniques to (i) find behavior patterns associated with the disease progression, (ii) predict patient crises so that healthcare professionals are prepared for action, and (iii) identify and understand the triggers of such patients' crises and behaviors as well as differences according to aspects such as age or gender, among other types of analyses. Particularly, collected data using Alzheed at day centers and the associated machine learning models may be utilized to feed clinical decision support systems, which are computer systems designed to improve the decision making in health organizations (e.g., in terms of defining cognitive and physical treatment for particular patients). In addition, further works could use Alzheed to extend the manual data collection strategy with automatic data collection supported by smart devices and sensors (e.g., wearables) to collect patients' data such as physiological signals (e.g., heart rate, body temperature, and galvanic skin response). Likewise, Alzheed may be extended to interoperate with remote healthcare monitoring systems deployed at patients' homes and hospitals. All these further developments may lead to (i) an increased capacity of day centers to better serve patients with AD, (ii) reduce costs associated with patient care and treatments, (iii) improve the integration and coordination of their different areas and, ultimately, (iv) have a positive impact on the well-being of patients, their primary caregivers, and healthcare professionals at day centers.

In particular, as a future research direction, it is planned to build machine learning models using the data collected at Day Center “Dorita de Ojeda” in order to assist healthcare professionals in determining whether patients with AD should be advanced to the next stage of treatment (e.g., from treatment for early stage to middle stage). In addition, it is planned to complement Alzheed with a web application where day center's staff can manage patients' clinical records and generate detailed patients' monitoring reports.

Summary Table

What was already known on the topic:

- The different stages of Alzheimer's Disease emphasize the need for continuous monitoring of patients by caregivers at day centers.
- Healthcare professionals recognize the benefits of mobile applications.
- Software design methodology based on participatory design leads to a user-centered design.

What this study added to our knowledge:

- Co-designing with healthcare professionals leads to (i)

fostering group endorsement, which prevents resistance to change and (ii) helps to meet the needs of both healthcare professionals and patients, guaranteeing the usefulness of the application.

- Evaluation of mobile healthcare applications by users involved and uninvolved in the application's design process helps to improve the ease of use of the application.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

AC, LR, JG, and GB developed the design methodology and designed the low-fidelity and high-fidelity prototypes. AC implemented the low-fidelity and high-fidelity prototypes. AC, LR, JG, and GB designed the experiments. AC performed the experiments. AC, LR, JG, and GB conducted the data analysis and interpretation. LR and AC conceived and designed the research project. All authors have contributed to the manuscript. All authors have read and approved the final manuscript.

Acknowledgments

The authors would like to thank (i) Day Center “Dorita de Ojeda” I.A.P for providing specifications about the application scenario and (ii) Luis Enrique Zepeda for his support during the application development. The first author would like to thank the Mexican Council for Science and Technology (Conacyt) for the financial support through scholarship 866354. J. O. Gutierrez-Garcia gratefully acknowledges the financial support from the Asociación Mexicana de Cultura, A.C. This work was supported by PFCE 2019.

References

- [1] R. Mancino, A. Martucci, M. Cesareo, C. Giannini, M.T. Corasaniti, G. Bagetta, C. Nucci, Glaucoma and Alzheimer disease: one age-related neurodegenerative disease of the brain, *Curr. Neuropharmacol.* 16 (7) (2018) 971–977.
- [2] B. Winblad, P. Amouyel, S. Andrieu, C. Ballard, C. Brayne, H. Brodaty, A. Cedazo-Minguez, B. Dubois, D. Edvardsson, H. Feldman, et al., Defeating alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society, *Lancet Neurol.* 15 (5) (2016) 455–532.
- [3] C. Patterson, World alzheimer report 2018: the state of the art of dementia research: new frontiers, Alzheimer's Disease International (ADI): London, UK.
- [4] R. Brookmeyer, E. Johnson, K. Ziegler-Graham, H.M. Arrighi, Forecasting the global burden of Alzheimer's disease, *Alzheimer's Dementia* 3 (3) (2007) 186–191.
- [5] C. Van Cauwenbergh, C. Van Broeckhoven, K. Sleegers, The genetic landscape of alzheimer disease: clinical implications and perspectives, *Genet. Med.* 18 (5) (2016) 421–430.
- [6] Alzheimer's Association, Basics of alzheimer's disease, (2019) URL https://www.alz.org/national/documents/brochure_basicsofalz_low.pdf.
- [7] E.D. Jacobson, J. O'Hanlon, K. Perillo, The Role of Senior Centers in Mitigating Alzheimer's and Other Forms of Dementia, Institute for Public Administration, 2019 Tech. rep..
- [8] R. Mitchell, Self-harm in older adults: room to improve clinical care, *Lancet Psychiatry* 5 (11) (2018) 859–860.
- [9] N. Shah, G. Martin, S. Archer, S. Arora, D. King, A. Darzi, Exploring mobile working in healthcare: clinical perspectives on transitioning to a mobile first culture of work, *Int. J. Med. Inform.* 125 (2019) 96–101.
- [10] M.M. Baig, H. Gholamhosseini, Smart health monitoring systems: an overview of design and modeling, *J. Med. Syst.* 37 (2) (2013) 9898.
- [11] S. Bødker, M. Kyng, Participatory design that matters-facing the big issues, *ACM Trans. Computer-Human Interact. (TOCHI)* 25 (1) (2018) 4:1–4:31.
- [12] J. Calvillo-Arbizu, L.M. Roa-Romero, M.A. Estudillo-Valderrama, M. Salgueira-Lazo, N. Aresté-Fosalba, N.L. del Castillo-Rodríguez, F. González-Cabrera, S. Marrero-Robayna, V. López-de-la Manzana, I. Román-Martínez, User-centred design for developing e-health system for renal patients at home (appnephro), *Int. J. Med. Inform.* 125 (2019) 47–54.
- [13] K. Sleegers, A. Wilkinson, N. Hendriks, Active collaboration in healthcare design: participatory design to develop a dementia care app, CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, 2013, pp. 475–480.
- [14] P. Escalada-Hernández, N.S. Ruiz, Design and evaluation of a prototype of augmented reality applied to medical devices, *Int. J. Med. Inform.* 128 (2019) 87–92.
- [15] L.M. Muriana, H. Hornung, Towards participatory prototyping with older adults

- with and without cognitive impairment: Challenges and lessons learned, IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Springer, 2017, pp. 344–363.
- [16] F.D. Davis, Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly* 13 (3) (1989) 319–340.
- [17] A. Assila, H. Ezzedine, et al., Standardized usability questionnaires: Features and quality focus, *Electronic J. Comput. Sci. Inform. Technol.: eJCIST* 6 (1) (2016) 15–31.
- [18] Y. Lee, K.A. Kozar, K.R. Larsen, The technology acceptance model: Past, present, and future, *Commun. Assoc. Inform. Syst.* 12 (1) (2003) 50.
- [19] J. Helmy, A. Helmy, The alzimio app for dementia, autism & alzheimer's: Using novel activity recognition algorithms and geofencing, in: 2016 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), IEEE, 2016, pp. 1–6.
- [20] H.M. Fardoun, A.A. Mashat, J. Ramirez Castillo, Recognition of familiar people with a mobile cloud architecture for alzheimer patients, *Disability Rehabilitation* 39 (4) (2017) 398–402.
- [21] S.S. Aljehani, R.A. Alhazmi, S.S. Aloufi, B.D. Aljehani, R. Abdulrahman, icare: Applying iot technology for monitoring alzheimer's patients, 2018 1st International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), IEEE, 2018, pp. 1–6.
- [22] M. Ienca, J. Fabrice, B. Elger, M. Caon, A.S. Pappagallo, R.W. Kressig, T. Wangmo, Intelligent assistive technology for Alzheimer's disease and other dementias: a systematic review, *J. Alzheimer's Dis.* 56 (4) (2017) 1301–1340.
- [23] N. Maiden, S. D'Souza, S. Jones, L. Muller, L. Panesse, K. Pitts, M. Prilla, K. Pudney, M. Rose, I. Turner, et al., Computing technologies for reflective and creative care for people with dementia, *Commun. ACM* 56 (11) (2013) 60–67.
- [24] K. Zachos, N. Maiden, K. Pitts, S. Jones, I. Turner, M. Rose, K. Pudney, J. MacManus, A software app to support creativity in dementia care, *Proceedings of the 9th ACM Conference on Creativity & Cognition*, ACM, 2013, pp. 124–133.
- [25] J. Edmeads, O. Metatla, Designing for reminiscence with people with dementia, *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2019 pp. LBW1721:1-LBW1721:6.
- [26] Adobe, **Adobe experience design tool**, (2019) <https://www.adobe.com/es/products/experience-design/experience-design-marquee.socialshare.html>.
- [27] S. Karantzoulis, J.E. Galvin, Salmon Braak, McKhann Mckhann, Sperling Jack, Butters Hodges, et al., Distinguishing alzheimer's disease from other major forms of dementia, *Expert Rev. Neurotherapeut.* 11 (11) (2011) 1579–1591.
- [28] K.K. Gnanalingham, E.J. Byrne, A. Thornton, M.A. Sambrook, P. Bannister, Motor and cognitive function in lewy body dementia: comparison with Alzheimer's and Parkinson's diseases, *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 62 (3) (1997) 243–252.

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2019

Año 5, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Joaquín Cortez González
M. C. Sonia Regina Meneses Mendoza



Difusión vía red de cómputo

Noviembre del 2019



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 5 Núm 1, octubre de 2019, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Av. Universidad Núm. 1200, Colonia Xoco, Delegación Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias, en colaboración con, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. Joaquín Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 31 de octubre de 2019.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Ciencias de la Computación1

- Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora para el Proceso de Compras de un Hospital Privado.** Cristel Marisela Fragoso Pacheco, Ramon René Palacio Cinco, Mario Alberto Nuñez Luna, Jorge Guadalupe Mendoza León. 1
- Diseño de un Sistema en Línea para la Medición Automática de Habilidades Blandas.** Manuel Guerrero Garcia, Oscar M. Rodríguez Elías, María T. Serna Encinas, Abelardo Mancinas Gonzalez. 9
- Arquitectónico para un Sistema de Reconocimiento de Patrones en Bases de Datos Sobre Adicciones.** Edgar G. Estrada Rios, María T. Serna Encinas, Cesar E. Rose Gómez. Diseño..... 17
- Sistema Multi-Agente de Reconocimiento de Frases en LSM Utilizando CBR.** César René Martínez Aguirre, Ana Luisa Millán Castro, Juan Pablo Soto Barrera, César Enrique Rose Gómez, Abelardo Mancinas González. 23
- Arquitectura Propuesta para el Análisis de la Instrumentación Didáctica de Asignaturas de Educación Superior Tecnológica usando un Modelo de Conocimiento y Procesamiento de Lenguaje Natural.** Daniel Alfredo Hernandez Carrasco, Cesar Enrique Rose Gomez, Samuel Gonzalez López, Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro. 30
- Diseño arquitectónico de un sistema para la detección de un carcinoma en biopsias de mama.** José Reynaldo Sánchez Quintero, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez, Minor Raúl Cordero Bautista, Fernando Javier Carrasco Guigón. 37
- Traductor de texto en español a texto en glosa LSM.** Juan Carlos Hernández-Cruz, César Enrique Rose-Gómez, Samuel González López, Ana Luisa Millán Castro, María Trinidad Serna Encinas..... 45

Eléctrica y electrónica51

- Desarrollo de un API Rest Full para monitoreo del consumo de la energía eléctrica mediante una aplicación móvil en una instalación residencial con sistema fotovoltaico interconectado a la red.** Víctor Alfonso Tánori Ruíz, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Antonio Hoyo Montaña, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes. 51
- Sistema de Monitoreo de Posición de Recepción de Haz Láser de un Gimbal.** Eduardo Romero, Juan Ayala, Arturo Arvizu , Joel Santos. 55

Ingeniería industrial.....61

- Factores de riesgo ergonómico ocasionados por manejo manual de materiales en operaciones logísticas en la industria automotriz.** Debbie Yemileth Vásquez Gómez, Javier Enrique De la Vega Bustillos. 61
- Análisis de los tiempos de paro de producción en prensa de estampado.** Gilberto Orrantía Daniel, Jaime Sánchez Leal, Gloria María Velázquez Quijada, Jorge de la Riva Rodríguez, Manuel Rodríguez Medina. 67
- Análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar.** Luis Álvarez, Víctor Manuel Herrera..... 75
- Cadena de suministro: Control interno por la satisfacción del cliente.** Daniel Antonio Torres Coronado, Gil Arturo Quijano Vega. 83

Ingeniería mecánica y mecatrónica90

Diseño y construcción de un prototipo de órtesis mecatrónica auxiliar en el proceso de rehabilitación de mano para pacientes que sufrieron una ECV. David Sotelo Valencia, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Flor Ramírez Torres, Eliel Eduardo Montijo Valenzuela, Aureliano Cerón Franco. 90

B.- Avances de investigación

Computación.....97

Propuesta para la evaluación plataformas Matlab y ROS en la implementación de algoritmos de control en vehículos aéreos no tripulados. Julio C. Montoya-Morales, Guillermo Valencia-Palomo, Rafael A. Galaz-Bustamante, Rosalia C. Gutiérrez-Urquidez, María Eusebia Guerrero-Sánchez, Omar Hernández-González.	97
Seguimiento de comportamientos de riesgo en jóvenes universitarios a través de publicaciones en Instagram. Ivan Encinas, Luis A. Castro.	101
Detección de factores asociados a la deserción de personal operativo mediante técnicas de minería de datos. Abigail Márquez Hermosillo, Luis Felipe Rodríguez Torres, Guillermo Mario Arturo Salazar Lugo.	104
Exploración de sentimientos asociados a sistemas de facturación electrónica. Laura Elena Cervantes, Luis A. Castro.....	108
Propuesta de rediseño de proceso en centros geriátricos mediante la implementación de tecnologías para el monitoreo del paciente. Alma Leticia Chavez Quintero, Gilberto Borrego, Laura Elena Cervantes García, Luis Felipe Rodríguez Torres	112
Diseño de un tablero de control para la toma de decisiones de productores de limón. Berenice Mancilla Rojas, Luis A. Castro.	116
Implementación de un sistema de almacenamiento de datos agroclimáticos para la predicción de cosecha de trigo. María Monserrat Torres, Luis A. Castro.	120
Victor Manuel Moreno García, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez Arquitectura propuesta para sistema de recomendación de ejercicios a niños con dislexia mediante algoritmos de machine learning. Valenzuela, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.	124
Desarrollo de una aplicación móvil, para medir los niveles de inteligencia de niños y niñas del sur de Sonora. José de Jesús Soto Padilla, Ramón Rene Palacio Cinco, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas.	128
Arquitectura propuesta para un Módulo Recomendador de un Sistema de Aprendizaje Adaptativo para la formación de docentes de Educación Superior. Mirey Rocío García Mora, Abelardo Mancías González, César Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías.....	132
Técnicas de minería de datos para la gestión de abastecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Christopher Louis Vega Ruiz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	136
Desarrollo de un sistema de visión artificial para la evaluación de calidad de conectores en bolsas de aire automotrices. Eduardo Rodarte Leyva, Victor Hugo Benítez Baltazar.	140
Propuesta de Refinamiento de un Algoritmo de Minería de Datos para Detección de Pacientes. Omar Fernando García Mora, Federico Miguel Cirett Galán, Raquel Torres Peralta.	143
Arquitecturas de Redes Neuronales Convolucionales para la Clasificación de Imágenes en Celdas de Flotación. Nelsón Romero García, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	146
Propuesta de una plataforma de soporte a la capacitación en línea para la realización de estudios clínicos. Maria Alejandra García Bayona, Oscar Mario Rodríguez Elías, Sonia Regina Meneses Mendoza, Hazael Gómez Encinas, Raúl Eduardo Rodríguez Ibañez.....	150
Metodología para medir el logro del perfil de conocimiento de egresados de carreras de cómputo a través de un sistema valorador de perfiles de conocimiento. Abraham Duarte Ruiz, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez, Sonia Regina Meneses Mendoza.....	154

Propuesta de rediseño de proceso en centros geriátricos mediante la implementación de tecnologías para el monitoreo del paciente

Alma Leticia Chávez Quintero, Gilberto Borrego, Laura Elena Cervantes García, Luis-Felipe Rodríguez Torres

Departamento de computación y diseño

Instituto Tecnológico de Sonora

Ciudad Obregón, México

alma.chavezq@gmail.com, gilberto.borrego@itson.edu.mx, lauracervantes@hotmail.com, luis.rodriguez@itson.edu.mx

Abstract— En México existen diferentes centros diurnos orientados al cuidado del paciente con Alzheimer. Usualmente, este tipo de centros carecen de un aprovechamiento de tecnología. Un re-diseño de procesos podría ayudar al utilizar tecnología y mejorar la efectividad de los empleados, así como mejorar la atención y monitoreo hacia los pacientes. El presente proyecto propone una reingeniería en el proceso de intervención terapéutica, tomando como caso de estudio un centro diurno ubicado en Cd. Obregón, Sonora, basada en la metodología de Davenport. En la propuesta, se diseña un método de monitoreo cualitativo, el cual incluye una aplicación móvil para el registro diario de los comportamientos, actitudes, y desempeño del paciente; así como el uso de sensores para un monitoreo en tiempo real. Esto, para la prevención de accidentes y una mejor toma de decisiones a largo plazo.

Palabras clave: rediseño de procesos, alzheimer, monitoreo, toma de decisiones.

I. INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es una enfermedad degenerativa y principal causa de [3]. Esta enfermedad tiene como síntomas problemas de memoria, de habla, de resolución de problemas y de otras habilidades cognitivas que dificultan la realización de actividades diarias [4]. Esta enfermedad se va desarrollando en tres distintas fases (leve, moderada y severa) [5] cada una más grave que la otra. En México existen centros diurnos que apoyan a los familiares en el cuidado del paciente, así como a favorecer la desaceleración de la enfermedad, logrando una mejor calidad de vida para el paciente y una reducción de la carga de trabajo del cuidador. En este tipo de centros, se realizan distintas actividades como talleres ocupacionales y recreativos¹, además de contar con distintas terapias tanto cognitivas, como físicas [6].

En estos centros se genera información útil acerca de los pacientes, sin embargo, no siempre es registrada y analizada adecuadamente [7]. En general, en México este tipo de centros no cuenta con la tecnología necesaria o los procesos adecuados para sacar el mejor provecho a estos datos. Por ello, es importante realizar un rediseño en los procesos en los cuales se interactúa con el paciente, para poder recabar la información necesaria para en un futuro, poderla aprovechar

ya sea para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, así como para la realización de predicciones con respecto al deterioro de cada paciente.

En el presente trabajo se propone el rediseño de un proceso en un centro geriátrico. En particular, se presentan los resultados de la observación, análisis y medición del proceso actual así como la propuesta del nuevo proceso.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Jansen-Vullers y Reijers [8], proponen un rediseño de proceso en una institución de salud mental cuyo principal objetivo es una simplificación del proceso de ingreso de tratamiento. En su situación inicial, el proceso duraba un poco más de 10 días laborales. Jansen-Vullers y Reijers tomaron siete escenarios de rediseño que evaluaron para identificar cuál es el más favorable en términos de servicio y tiempo. El escenario más favorable fue el soportado en trabajo basado en caso y no teniendo ninguna mejora en el escenario basado en la integración de tecnología.

Khodambashi [9] afirma que las tecnologías de información mejoran el rediseño de procesos, ya que éstas permiten al equipo a recolectar, analizar, almacenar y distribuir información más efectivamente, además de incrementar la colaboración y la comunicación. En el presente trabajo se propone la implementación de tecnología en un centro geriátrico utilizando *wearables* y mejorando la calidad de los datos registrados para la mejora de toma de decisiones dentro del centro.

III. METODOLOGÍA

A. Objetivos.

Con el objetivo de facilitar el procesamiento y análisis de información del proceso de intervención terapéutica, se busca alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el funcionamiento del proceso actual de intervención terapéutica mediante observaciones y mediciones y describirlo en un documento formal.
- Rediseñar el proceso de intervención terapéutica, con el fin de disminuir tiempos en actividades innecesarias, recopilar

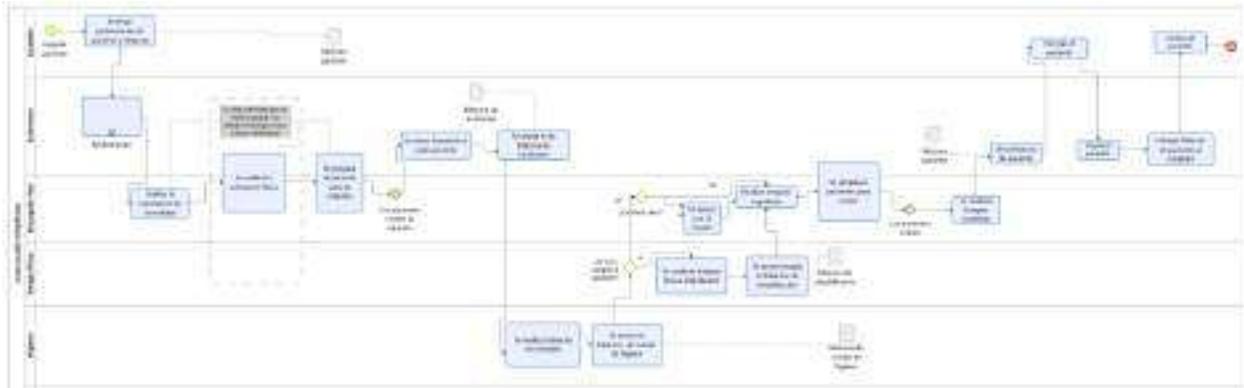


Figura 1: Representación BPMN del proceso actual

información útil acerca del paciente, sin restarle la atención del personal, mediante el apoyo de distintas tecnologías.

B. Pregunta de investigación.

¿De qué manera se puede mejorar la calidad de los datos con los que se toman las decisiones de los cambios de fase en una estancia geriátrica?

C. Proceso.

El rediseño propuesto se basa en la metodología de reingeniería de Davenport descrita en Mohapatra [10], la cual describe los siguientes pasos:

1) *Visión y planteamiento de objetivos.* Se definen los problemas que quieren ser solucionados con el rediseño del proceso de acuerdo a la visión de la compañía y los objetivos de los procesos.

2) *Identificación de los procesos de negocio.* Se identifica el proceso que va a ser sometido a la reingeniería.

3) *Entendimiento y medición de procesos.* Se estudia el funcionamiento y desempeño exacto de los procesos seleccionados. Se realizaron actividades de observación y distintas entrevistas sobre el proceso actual. Posteriormente, se realiza un modelado BPMN² (Business Process Model and Notation) del proceso además de diagramas de rol-actividad.

4) *Identificar tecnologías de información*

En este paso se estudia la aplicabilidad de herramientas de tecnologías de información para los procesos rediseñados.

5) *Prototipo de proceso.*

Se diseña un prototipo funcional del nuevo proceso de negocio. Las personas en la empresa estudian el prototipo y desarrollan ideas para las mejoras hasta que quedan conformes con el rediseño del proceso de trabajo.

IV. RESULTADOS PARCIALES

Al momento se han logrado los siguientes resultados parciales en el rediseño del proceso de intervención terapéutica, siguiendo la metodología de Davenport.

1) *Visión y planteamiento de objetivos.*

Mediante reuniones con los directivos del centro y el coordinador de las áreas de terapia, se revisó la organización, sus funciones, quiénes eran sus clientes o beneficiarios, cómo

surgió la organización, la misión y visión de la misma. Se revisó un manual de perfiles y procesos de la estancia, donde se describen las actividades de cada puesto, así como el perfil profesional que lo debe de desarrollar. Finalmente se definió la actual cadena de valor de la organización.

El problema detectado fue que actualmente toda la documentación con respecto al paciente se realiza de manera manual. Respecto a observaciones, no existe un registro diario sobre el comportamiento o desempeño en la terapia de cada paciente. Además, las bitácoras diarias que se utilizan, no generan ningún tipo de conocimiento o impacto con respecto al avance de cada paciente.

2) *Identificación del proceso de negocio.*

Se eligió el proceso de “Intervención terapéutica” para aplicar la reingeniería, en el cual se interactúa directamente con el paciente, además de que impacta sobre las decisiones de cambio de fase del paciente, así como en su progreso o deterioro tanto físico como cognitivo.

3) *Entendimiento y medición de procesos.*

Se definió la información que se registra diariamente de los pacientes mediante observación y entrevistas semiestructuradas. Asimismo, se observaron jornadas completas de trabajo durante dos semanas, y de media jornada alternando entre la mañana y la tarde durante dos semanas más, midiendo el tiempo que les tomaban a los empleados la realización de las distintas tareas. Se generó un diagrama BPMN del proceso actual (Figura 1).

a) *Descripción de roles.*

Se realizó una descripción de los actores que participan en este, con sus nombres y responsabilidades, plasmados a continuación:

- Cuidador: Es el familiar o encargado del paciente en casa.
- Enfermera: Da seguimiento clínico al paciente, lo recibe en la entrada, le toma la presión y registra los incidentes que ocurren a lo largo del día.
- Psicólogo o encargado de fase: Brinda terapia cognitiva al paciente según la fase a la que pertenece.

² <http://www.bpmn.org/>

- Encargado de terapia física o fisioterapeuta: Brinda rehabilitación física a los pacientes.
- Encargado de higiene: Revisa la higiene del paciente, llevarlos al baño, verificar evacuaciones, informar si existe alguna infección. Si el paciente requiere un baño, también es la encargada de brindarlo.
- Coordinador de intervención terapéutica: Supervisa que cada una de las áreas realicen adecuadamente su labor.

b) Descripción de proceso actual.

El proceso de intervención terapéutica inicia con el recibimiento de los pacientes a partir de las 8:00 horas. El cuidador entrega al paciente con su respectiva bitácora que contiene información sobre el comportamiento del paciente en casa, tal como sueño y si sucedió algún incidente. Posteriormente la enfermera registra la hora de llegada del paciente a mano en la lista de asistencia. Las bitácoras se acomodan en la entrada categorizándolas por fase. Cada paciente es llevado al área de intervención por una enfermera. Cuando llegan a su área, los psicólogos se encuentran realizando la orientación de la realidad, donde se les lee el periódico a los adultos y se comenta al respecto.

Después, se inicia con la reactivación física grupal donde se realizan movimientos de extremidades repetitivos acompañados de música, que se realizan sentados. La reactivación física dura de 40 a 60 min y en este momento los adultos se encuentran divididos en tres grupos de acuerdo a su nivel de deterioro. Se tiene un descanso a los 15 min para que los pacientes tomen agua, y se continúa con juegos físicos que incluyen habilidades cognitivas, como atrapar una pelota. Al finalizar la reactivación física, se les da un pequeño receso a los pacientes de aproximadamente 15 minutos donde tienen música y éstos pueden bailar y platicar con sus compañeros. Transcurrido este tiempo, se preparan a los pacientes para la merienda y el consumo de la misma (esta actividad dura alrededor de 15 minutos). Al finalizar, se acomodan los pacientes en las distintas fases. Hasta este momento, la única información que ha sido registrada es la entrada del paciente y la bitácora recibida por la enfermera.

Una vez ubicados todos los pacientes en su respectivo grupo, se procede con actividades planeadas para cada miembro. Simultáneamente, los enfermeros toman la presión de cada paciente y se anota en la bitácora de incidentes. Asimismo, cada paciente recibe terapia física tres veces por semana. La fisioterapeuta se enfoca en las necesidades específicas de cada persona, con una duración de entre 15 y 25 minutos según la disposición del adulto mayor. Como parte de esta actividad, se anotan en la bitácora de rehabilitación física las áreas que se trabajan.

Las enfermeras se encargan de llenar las bitácoras por cada paciente, donde se indica qué comió el paciente y si hubo algún comportamiento que destacar del día. Alrededor

de las 12:45 horas se comienza la preparación de los pacientes para la hora de comida. Posteriormente se sirve la comida y los pacientes comen, esto dura aproximadamente 30 min. Cuando finaliza la hora de la comida, se reacomodan los pacientes para continuar con sus terapias psicológicas. Cuando el cuidador pasa por el paciente la enfermera va por él y se lo entrega junto con su bitácora.

4) Identificar tecnologías de información

Se propone el uso de distintas tecnologías para agilizar el proceso de ingreso de información.

a) Aplicación móvil.

Se propone la implementación de una aplicación móvil en dónde se registren todos los datos relacionados con el paciente, pudiendo unificar a todas las áreas en un solo sistema. La aplicación móvil permitiría la integración y resguardo seguro de la información que se obtiene en la estancia, así como la posibilidad de poder obtener conocimiento esencial acerca de cada paciente para otros procesos.

b) Wearables

Se propone el uso de pulseras para el monitoreo de señales fisiológicas del paciente. Además de la adquisición de DFree³, un dispositivo basado en ultrasonido que monitorea la vejiga del adulto mayor, mandando una alerta cuando éste requiere ir al baño, y que registra sus actividades en línea.

5) Prototipo de proceso.

La Figura 2 muestra el diagrama BPMN de la propuesta, donde se simuló el funcionamiento del nuevo proceso.

a) Descripción del proceso propuesto

El proceso empieza con la llegada del paciente a la estancia, quién tendrá un código QR colocado en una tarjeta brindada por el cuidador, el cual se escaneará para pasar asistencia mediante una aplicación móvil. Al llegar se le colocará a cada paciente una pulsera para medir sus pulsos. Posteriormente, la enfermera revisará la aplicación para verificar que se hayan introducido datos en casa y preguntará si existió algún incidente que no haya sido capturado; de ser así, se captura en la aplicación, para después llevar al paciente a su lugar. Al finalizar, otra enfermera le tomará la presión arterial para anotarlo en la aplicación. Un encargado de fase estará realizando la orientación de la realidad a los pacientes que hayan llegado.

A las 9:00 horas se iniciará la reactivación física grupal de la misma manera que el proceso actual. Después se preparará a los pacientes para su merienda. Al finalizar, las enfermeras capturarán en la aplicación si el paciente comió adecuadamente la colación.

Al finalizar la reactivación física, la encargada de fisioterapia anotará en la aplicación observaciones extraordinarias ocurridas. Posteriormente, se hará la rutina común de terapias físicas. Al ingresar el paciente, se indicará en la aplicación el inicio de la terapia. Cuando la terapia

³ <https://www.dfreeus.biz/>

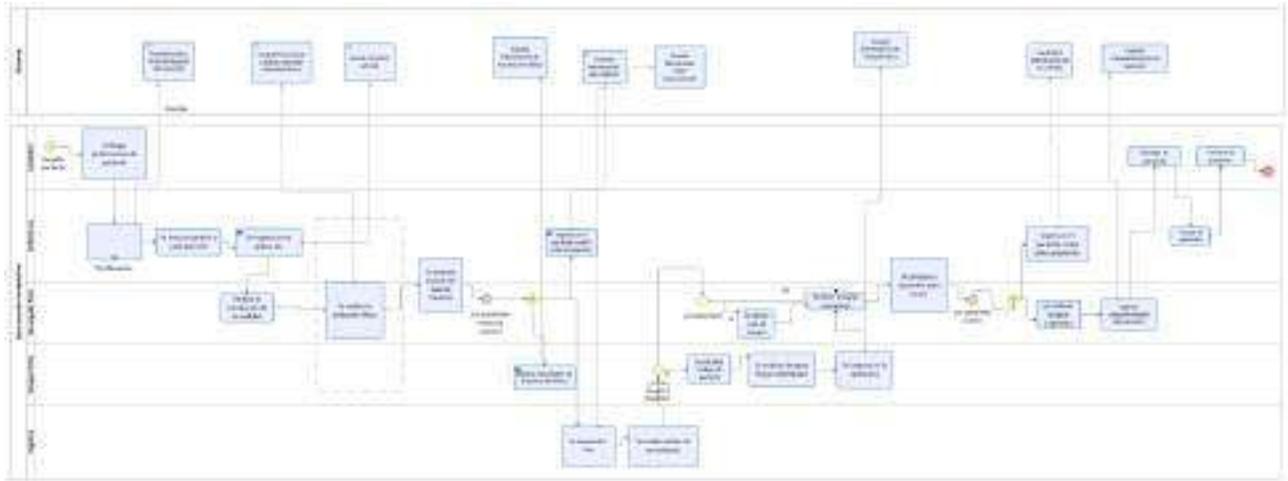


Figura 2: Modelado de propuesta de proceso.

termine, la fisioterapeuta lo indicará en la aplicación e ingresará el resumen de su terapia, evaluando el desempeño del paciente y su estado de ánimo inicial y final.

Mientras tanto, los demás pacientes estarán recibiendo sus respectivas terapias cognitivas. Cuando llegue la hora de comida, aproximadamente a las 12:45, se iniciará el acomodo para la comida, al igual que en el proceso actual. Al finalizar la comida, la enfermera anotará en la aplicación si el paciente comió debidamente. Posteriormente, se reanudarán las terapias cognitivas, y el encargado de fase ingresará el comportamiento del día del paciente en la aplicación, así como una evaluación del paciente en las actividades realizadas en el día. Cuando el cuidador llegue por el paciente, la enfermera irá por él y registrará su salida en la aplicación y retirará la pulsera.

V. CONCLUSIONES

La presente propuesta de rediseño permitirá mejorar la atención hacia los pacientes, además de habilitar el análisis de los casos de cambio de fase, así como predecir el deterioro de los pacientes y así poder tomar acciones al respecto; se pueden crear perfiles de pacientes, identificar cuáles terapias son más efectivas, así como prever las crisis mediante los signos vitales del paciente.

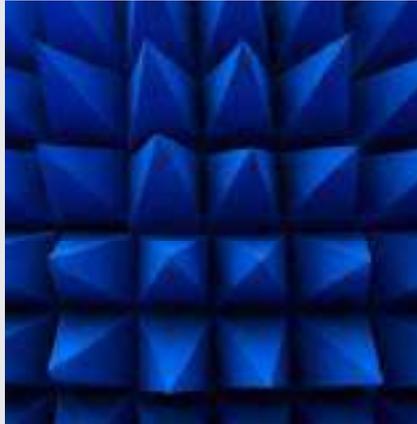
La utilización de tecnología permite asegurar la calidad de los datos registrados teniendo un formato definido y su tratamiento será más sencillo. Además, la aplicación móvil permitirá tener la menor cantidad de datos no estructurados para un análisis más sencillo.

El trabajo futuro incluye el diseño e implementación de la aplicación móvil propuesta, así como el desarrollo de un tablero de control como soporte a la toma de decisiones del paciente que permita la categorización de los pacientes según sus actitudes y desempeño en las terapias.

REFERENCIAS

- [1] T. Zúñiga, Z. Trujillo y S. A. Luisa, «Requerimientos de los centros de día para la atención de adultos mayores con demencia: Consenso Nacional de la Federación Mexicana de Alzheimer (FEDMA),» *Arch Neurocién*, vol. 17, n° 4, pp. 221-229, 2012.
- [2] Alzheimer's Association, «2017 Alzheimer's disease facts and figures,» *Alzheimer's & Dementia*, vol. 13, pp. 325-373, 2017.
- [3] S. Mohapatra, *Business Process Reengineering: Automation Decision Points in Process Reengineering*, New York: Springer, 2013.
- [4] R. Gaardboe, T. Nyvang y N. Sandalgaard, «Business Intelligence Success applied to Healthcare Information Systems,» *Procedia Computer Science*, vol. 121, pp. 483-490, 2017.
- [5] B. Winblad, P. Amouyel, S. Andrieu, C. Ballard, C. Brayne, H. Brodaty, A. Cedazo-Minguez, B. Dubois, D. Edvardsson, H. Feldman y others, «Defeating Alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society,» *The Lancet Neurology*, vol. 15, n° 5, pp. 455-532, 2016.
- [6] R. Mancino, A. Martucci, M. Cesaro, C. Giannini, M. T. Corasaniti, G. Bagetta y C. Nucci, «Glaucoma and Alzheimer disease: one age-related neurodegenerative disease of the brain,» *Current neuropharmacology*, vol. 16, n° 7, pp. 971-977, 2018.
- [7] Alzheimer's Association, «Basics of Alzheimer's Disease,» 2019. [En línea]. Available: https://www.alz.org/national/documents/brochure_basicsofalz_low.pdf. [Último acceso: 12 Junio 2019].
- [8] M. Jansen-Vullers y H. A. Reijers, «Business process redesign in healthcare: towards a structured approach,» *INFOR: Information Systems and Operational Research*, vol. 43, n° 4, pp. 321-339, 2005.
- [9] S. Khodambashi, «Business Process Re-Engineering Application in Healthcare in a relation to Health Information Systems,» *Procedia Technology*, vol. 9, pp. 949-957, 2013.
- [10] E. D. Jacobson, J. O'Hanlon y K. Perillo, «The Role of Senior Centers in Mitigating Alzheimer's and Other Forms of Dementia,» Institute for Public Administration, 2019.

2018 AVIIES



AVANCES DE
**INVESTIGACIÓN
EN INGENIERÍA**
EN EL ESTADO DE SONORA

Año 4, número 1
ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Joaquín Cortez González



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 4 Núm 1, noviembre de 2018, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04- 2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco, en colaboración con: Dr. Joaquín Cortez González, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo y Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 08 de Noviembre de 2018.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industria



Maestría en Tecnologías de la
Información para los Negocios

Noviembre 2018

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 4, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Soltero, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Joaquín Cortez González.

Posgrado en Ingeniería Industrial

División de Ingeniería

Universidad de Sonora

Maestría en Ingeniería Electrónica

Maestría en Ingeniería Industrial y

Maestría en Ciencias de la Computación

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Instituto Tecnológico de Sonora

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Computación y Tecnologías de Información

- Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica.* Victor Manuel Saavedra Contreras, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez..... 1
- Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz.* Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez. 11
- Prototipo de un Sistema para Identificación y Censo de Animales en Imágenes Aéreas.* Angel Oscar Vizcarra-Llanes, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, Cesar Enrique Rose-Gomez, Guillermo Valencia-Palomo 22
- Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos.* Ramón Omar Parra-Guerrero, Ana Luisa Millán-Castro, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela, César Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza..... 34
- ROKA: una metodología de desarrollo de software para automatización industrial.* Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Sonia Regina Meneses-Mendoza 44
- Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON.* Felipe de Jesús Félix Hernández, Carlos Jesús Hinojosa Rodriguez..... 56
- Eventos de Vida y su Relación con el Padecimiento de Cáncer de Mama: Un estudio Exploratorio.* Roberto Aguilar Arredondo, Luis A. Castro, Luis-Felipe Rodríguez 64

Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON.

Felipe de Jesús Félix Hernández¹, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez ²

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Náinari,
Av Antonio Caso 2266, Colonia Villa ITSON, 85137 Cd Obregón, Sonora, México.
felix_4@hotmail.es

² Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa,
Av Ramon Corona, Colonia ITSON, Navojoa , Sonora, México.
carlosjersus.hinojosa@gmail.com

Resumen. El presente artículo se centrará en el análisis de las distintas herramientas de TI con el propósito de reducir el alto índice de reprobación que actualmente se presenta en las Instituciones Educativas de Educación Superior en los estudiantes deportistas de alto rendimiento. Esta investigación se realizara en el Instituto Tecnológico de Sonora, con el departamento de deportes y los deportistas universitarios de alto rendimiento con la intención de encontrar alternativas de ayuda adecuada para gestionar la alternancia de esta doble actividad. Por ello se propone el análisis y comparación de distintas herramientas de TI. Con la finalidad de facilitar su trayectoria escolar a través de un monitoreo que permita ver cuáles son las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso de aprendizaje, se tomara como referencia la metodología propuesta por Arguelles. Para ello se abordaran las etapas de diagnostico y analisis, buscando tomar decisiones anticipadas que logran contrarrestar esta problemática.

Palabras clave: Herramientas de TI, Instituciones de Educación Superior, deportistas de alto rendimiento, monitoreo, trayectorias escolares.

1 Introducción

Actualmente el proceso de formación universitaria de los deportistas de alto nivel se convierte muchas veces en un conflicto de interés, en el que se tienen que enfrentar a sus principales objetivos académicos y deportivos. Es por ello que existe una correlación

Félix Hernández FdJ, Hinojosa Rodriguez CJ (2018) Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):56-63

InnOvaciOnes de NegOciOs 17(34): 234-253
© 2019 UANL, Impreso en México (ISSN: 2007-1191)
Recepción: 8 julio de 2020 Aceptación: 16 julio de 2020

Guías de diseño para generar flujo de trabajo en proceso de compras (Design lines to generate workflow in purchasing process)

Cristel Fragoso Pacheco, Gilberto Borrego, Ramón Palacio Cinco y Mario A. Núñez

Instituto Tecnológico de Sonora
cristel.fragoso208111@potros.itson.edu.mx

Abstract. Purchase management is the process which responds to the changing demands of the environment, resulting in increased profits for companies. Specifically, purchases in health institutions are becoming more relevant, since these institutions have the challenge of serving with quality, providing timely responses, ensuring security in their purchases, acting efficiently and being in constant innovation. The context in which purchases for health institutions involves growing demand, rapid technological evolution and limited economic and financial resources. Workflow system is a highly supportive tool for the management of any process, it consists of focusing on the procedure of each work activity assigning resources and tasks, making the work more efficient through improving procedures. The main objective of this document is proposal of through the a case study carried out with PADM (Process Analysis Design Methodology) and an analysis of tools found in the market, a design guide to implement a workflow system in the private clinics purchasing process that reduces time and costs.

Key words: BPM, Design guide, Purchase management, Workflow.

JEL: D23, O3,14, O30, O31

Resumen. La gestión de compras puede responder a las demandas cambiantes del entorno y resultar en un incremento en los beneficios para las empresas. Específicamente las compras en instituciones de salud cada vez adquieren mayor relevancia, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, con recursos económicos y financieros generalmente limitados. El sistema flujo de trabajo es una herramienta de gran apoyo para la gestión de cualquier proceso, consiste en enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos. Es por ello que el presente documento es un estudio de caso llevado a cabo mediante una metodología no

experimental, la utilizada es PADM (Process Analysis Design Methodology) y un análisis de herramientas que se encuentran en el mercado el cual propone una guía de diseño para implementar un flujo de trabajo en el proceso de compras de clínicas privadas que disminuya tiempos y costos.

Palabras clave: BPM, Flujo de trabajo, Gestión de compras, Guía de diseño.

Introducción

El comportamiento de los mercados presenta cambios constantes, lo cual obliga a las empresas a crear estructuras más flexibles para adaptarse a esos cambios, para ello deben prepararse y poder suministrar lo que los clientes demanden (Montoya, 2002). La sistematización de los procesos de las empresas, es una labor de gran impacto, de la que se puede ocupar eficazmente con la tecnología informática, desarrollando sistemas como el de flujo de trabajo conocido como workflow. El concepto de flujo de trabajo se originó pensando en la automatización de fabricación y de labores de oficinas, la idea es enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos (Jiang et al., 2015).

Por su parte Salamanca y Gravito exponen un aplicativo informático que se basa en metodología Business Process Management (BPM)(Jiménez et al., 2007), el cual J. Freund, B. Rücker y Hitpass lo definen como una “Disciplina de gestión por procesos de negocio y de mejora continua apoyada fuertemente por tecnología de información” (Freund et al., 2017) , Salas y Campoverde agregan que flexibiliza el modelado y se facilita la comprensión y automatización del proceso (Salas & Campoverde, 2019); y el workflow, dónde muestra los múltiples beneficios que se obtuvieron al implementar ambos en el aplicativo informático, tales como incremento en la productividad de su capital humano, eliminando actividades repetitivas en la gestión de documentos, incremento en la efectividad y reducción en el tiempo de sus procesos administrativos, resultando en una satisfacción de las personas involucradas (Jiménez et al., 2007).

A parte de la metodología y el aplicativo antes mencionados, también existen plataformas y aplicaciones que brindan soporte al proceso de compras, así como software en la nube para digitalizar y centralizar la información del departamento de compras. Las plataformas y aplicaciones ayudan a simplificar y automatizar la gestión diaria del proceso, a disponer de

herramientas de análisis y negociación con proveedores, para obtener mejores resultados y optimización del tiempo de los procesos. Algunas de esas plataformas son BidDown (<https://biddown.com>), Yaydoo (<https://www.yaydoo.com/es>), Monday (<https://www.monday.com>), y Wrike (<https://www.wrike.com/es>).

Una buena gestión de las compras puede responder a demandas cambiantes y resultar en un incremento de los beneficios en la empresa (Andino, 2006). El sector salud no es ajeno a esta realidad de demandas cambiantes, por lo que las compras hospitalarias cada vez adquieren una mayor relevancia en los planes y estrategias de dichas instituciones, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, y con recursos económicos y financieros generalmente limitados (Camacho et al., 2012). Es por ello que se necesita de aplicaciones cada vez más complejas y destinadas a usuarios con más exigencia y con perfiles más variados, la personalización de las aplicaciones y su adaptación en función de la plataforma o del contexto en las que se ejecutan, se encuentran entre los requisitos principales a cumplir (Inglés-Romero & Vicente-Chicote, 2012).

Para la creación de dichas aplicaciones, los desarrolladores pueden utilizar un documento llamado guías de diseño que les sirve de soporte en la construcción de los sitios web (Beltrán & García, 2018). El objetivo de este documento es plasmar una guía de diseño con los principales componentes de un workflow para el proceso de compras hospitales privados.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta una breve revisión de literatura sobre el sistema workflow. La sección 3 describe el método utilizado para llegar a la guía de diseño. La sección 4 presenta los resultados obtenidos con respecto al método y con base en ellos, la guía de diseño resultante. Por último en la sección 5 se proporcionan algunos comentarios finales y futuras investigaciones.

Marco teórico

Actualmente nos encontramos en un entorno volátil, incierto, complejo y ambiguo, el cual da pie a un entorno competitivo donde debe haber una

adaptación tecnológica para poder prosperar en estos cambios del ambiente en tiempo y forma (Haposan et al., 2020). Dhir y Mital (2013) proponen que las organizaciones deben tomar continuamente ventaja de las oportunidades de mercado en evolución, y reaccionar rápidamente a cualquier cambio o evoluciones en el mercado (Dhir, 2018). Es por ello que se necesita de sistemas y tecnologías complementarias para los procesos, que aporten un carácter dinámico, y que proporcione un flujo constante durante el desarrollo de las actividades, y se trata de los workflow, herramientas que automatizan los procesos de la organización (Rodríguez & González, 2002).

Un estudio realizado sobre la gestión de compras de una cooperativa agraria (Gómez, 2013), aborda el tema de la implementación de workflow para mejorar la gestión de compras de suministros, automatizando los procesos de trabajo y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados del proceso. Los beneficios que muestran son reducción de costos, pues al evitar los tiempos muertos con la automatización de las tareas relevantes, se aumenta el rendimiento de los trabajadores, además, las tareas costosas como la búsqueda, comparativa, análisis y envío de documentos pasa ahora a manos del sistema workflow.

Por su parte Orellana (en su trabajo de tesis menciona que Videnza Consultores (2018), observaron costos ocultos causados por la falta de planeación en la programación de las compras, que, a su vez, ocasionaron retrasos en la preparación, afectando la etapa de ejecución ya que se generan retrasos en las emisiones de órdenes de compras y en los pagos (Orellana, 2018).

De lo anterior expuesto, resalta la importancia de adaptarse al comportamiento del entorno con un sistema workflow que automatiza los procesos, aumentando los beneficios reduciendo costos, aumentando el rendimiento de trabajadores, eliminando retrasos, sólo por mencionar algunos en términos generales. Uno de los trabajos más relacionados colecta definiciones del significado de workflow por parte de varios autores y mencionan los múltiples beneficios del sistema, el antes mencionado trabajo de Gómez (2013) ese enfoca en mejorar la gestión del proceso de compras de una cooperativa agraria de España por medio de workflow. Sin embargo, no se encontró ninguna guía de diseño en la cual los desarrolladores de software que den soporte en los hospitales puedan apoyarse para

implementar el sistema workflow como herramienta para facilitar la automatización del proceso de compras adoptando las medidas indicadas a partir de un previo análisis. El contar con guías de diseño sería un recurso muy útil para los diseñadores ya que en ella encontrarían detalladamente puntos relevantes a incluir en el sistema.

Método

En esta sección se presenta la metodología utilizada en este estudio de caso para obtener las guías de diseño. El alcance dentro de este artículo es llegar a la propuesta de las guías de diseño, para lograrlo se hizo uso de una metodología no experimental, en la que se observa el fenómeno, en este caso el proceso, tal como se da en su contexto natural para ser analizado (Hernández et al., 2014). La metodología se divide en dos etapas, en la primera etapa se aplica la metodología para el análisis y diseño de procesos (PADM- Process Analysis Design Methodology) con la que se analizará cada una de las actividades del proceso de compras, tiempo total del proceso y el costo con respecto a horas hombre en una jornada laboral, y en la segunda etapa se realiza un análisis de plataformas existentes en el mercado.

La metodología PADM cuenta con un marco extensible, flexible, y por lo tanto adaptable, consta de 4 fases (Martinez & Cegarra, 2014):

1. Captura
2. Modelado
3. Análisis y evaluación
4. Rediseño

Sujeto

El sujeto de estudio de este proyecto, se enfoca al área de compras de una clínica hospital privada, específicamente en sus procesos de compras de cuadro básico y compras especiales, dónde en la gestión de dichas compras se maneja diariamente diferentes cantidades de información física y digital, sus procesos y procedimientos no están estandarizados ni documentados, por lo que se considera necesaria la implementación de un sistema Workflow.

La información fue proporcionada por el gerente de compras, el director administrativo, el almacenista y por la persona responsable de auditoría interna.

Materiales

Los materiales y herramientas necesarias para recolectar la información del proceso en estudio fueron los siguientes:

- Entrevistas semi-estructuradas, donde se pregunta a detalle por las actividades que comprenden los procesos de compras y compras especiales, las personas que intervienen, los roles, y las principales problemáticas que se presentan.
- Sistema modelador Bizagi (<https://www.bizagi.com>). Bizagi es un modelador de procesos que permite representar de forma esquemática todas las actividades y decisiones que se toman en el negocio. Con una interfaz que recuerda a Microsoft Office, Bizagi Process Modeler cumple con el estándar BPMN (Business Process Management Notation). Es gratuito, intuitivo y potente software de modelamiento de procesos.

Procedimiento

Una vez realizadas las reuniones iniciales con la empresa para expresar los intereses de cada una de las partes y establecer el acuerdo de colaboración, el procedimiento seguido en la primera etapa fue de acuerdo a las fases de la metodología PADM:

- 1) Captura: En esta etapa se obtiene información del proceso, del cómo se lleva a cabo, con herramientas como entrevistas semiestructuradas, observación, y obtención de documentos relevantes al proceso. De esta etapa se obtiene la descripción a detalle del proceso, en el que se identifican las responsabilidades de los involucrados y los tiempos de las actividades.
- 2) Modelado: Para modelar se usan técnicas diagramáticas, con el fin de analizar lo más relevante del proceso, como las actividades, su coordinación, el personal involucrado, los roles, los tiempos, interacciones, sistemas utilizados, etc. En esta etapa, se presenta el modelado del proceso a las personas involucradas para validar la

información y corregir si es necesario. Las técnicas diagramáticas tienen un soporte por medio de herramientas de software para poder analizar los modelos, las técnicas utilizadas fueron Gráfica rica, Diagrama Rol-Actividad (RAD), IDEF0 y BPMN (Business Process Management Notation), éste último es el usado como base de estudio para correr una simulación en el software de Bizagi.

- 3) Análisis y evaluación: En esta etapa se verifica que el modelo describa correctamente el proceso. Es muy importante realizar esta parte de la fase ya que sin un correcto análisis se podría tener información faltante, o incorrecta, lo que nos llevaría a tomar decisiones erróneas para el rediseño. Al realizar el análisis y la evaluación del proceso se podrán detectar actividades como duplicidad de información o tareas, o actividades irrelevantes. También es importante preguntar a los involucrados qué problemas detectan ellos, aquí se revisa el recurso humano, los tiempos, capacidad, estructura tecnológica, entre otros. El resultado final debe ser la comprensión de la necesidad de mejoría y el alcance de la mejoría, que signifique resultados satisfactorios para la empresa.
- 4) Rediseño y propuesta de mejora: Aquí los cambios o rediseños de actividades del proceso se hacen con el fin de proponer mejoras al mismo, en esta fase se proyectan primero mediante un modelado, las mejoras del proceso, principalmente eliminando actividades que no agregan valor, y se crea una simulación de la propuesta en bizagi para validarlo con el personal involucrado en el proceso.

Para la segunda etapa se seleccionaron aplicaciones que utilizan workflow, tomando como base las principales necesidades detectadas en la fase 4 de la primera etapa de la metodología, partiendo del análisis de las aplicaciones se realizó un aglomerado de las principales funciones que debe de tener el sistema workflow de un proceso de compras en hospitales privados para ser plasmados posteriormente en una guía de diseño.

Resultados

Análisis, evaluación y rediseño

Con la aplicación de la metodología PADM en este caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

El proceso inicia cuando se detecta la necesidad de que un bien o servicio debe ser adquirido y finaliza cuando se cumplen las obligaciones establecidas con los proveedores. Los procesos de compras se dividen en dos: compras de medicamento de cuadro básico, son fármacos que se pueden prescribir en la clínica con autorización del Consejo de Salubridad General (Instituto Mexicano del Seguro Social, s/f), y en compras especiales, las cuales son cualquier necesidad de compra fuera del medicamento de cuadro básico, pudiera ser equipo médico, mobiliario, instrumentos, etc.

El área de compras hace uso de un módulo entro del sistema ERP (Enterprise Resource Planing), el cual se define como un “sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que de una forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de la gestión empresarial” (Muñiz & Prat, 2003), con ellos las empresas reducen costos y aumentan su eficiencia, estandarizando, racionalizando y agilizando los procesos de negocio (Conceição & Gonzalez, 2010). El sistema ERP de la clínica llamado Sistema Hospital Integral (SHI), fue desarrollado por un empleado de la empresa, actualmente no cuenta con un módulo para compras, y no es compatible con dispositivos móviles. El área de compras hace uso de ventanas relacionadas con el módulo de inventario, también hace uso de una plataforma externa llamada Bionexo (<https://beta.bionexo.com>), la cual es un Marketplace de negocios para el área de salud, posee un conjunto de soluciones digitales que permiten a las instituciones de salud realizar la gestión online de todo su proceso de compras y abastecimiento, la clínica utiliza esta plataforma únicamente para solicitar cotizaciones y realizar algunas compras.

Las actividades identificadas en los procesos de compas y compras especiales se muestran en la Figura 1. También se obtuvieron las áreas o departamentos que en algún punto tienen participación con el proceso, las cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de áreas que intervienen en el proceso de compras

Área	Descripción
Cualquier área emisora de solicitud de compra	Enfermería, Administración, Dirección, Laboratorio, Intendencia, Mantenimiento, Farmacia
Compras	Gestionar la compra y adquisición de todos los suministros con los que opera el hospital (material médico quirúrgico, equipo médico, materiales de papelería e intendencia, así como los medicamentos que son de vital importancia para nuestros pacientes). Recibe y revisa los materiales, repuestos, equipo médico y otros suministros que ingresan al almacén, acomodando los materiales por fechas de caducidad evitando tener suministros que estén próximos a caducar. Surtiendo los materiales solicitados por farmacia para el cumplimiento de las necesidades de los pacientes.
Almacén	Planea, organiza y controla las actividades de la empresa, con el objetivo de apoyar a generar mayor rentabilidad, realizar toma de decisiones en forma oportuna y confiable en beneficio de la operación de la empresa. Crea lineamientos de control, análisis financiero, supervisar cumplimiento de políticas, y sinergia con las demás áreas operativas para lograr los objetivos.
Dirección administrativa	

Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida de la fase de captura se modelaron los procesos de compras y compras especiales con diferentes técnicas, para fines de análisis se utilizaron los diagramas BPMN, los cuales se muestran en la Fig. 1 y Fig. 2.

Al realizar la simulación del proceso real de compras de cuadro básico, mostrado en la Figura 1, se encontró que el proceso tiene una duración de 3 días, 11 horas, 40 minutos, y un costo de horas hombre de \$2,833.33, al analizar esta parte del proceso se encontró con tiempo invertido en el tráfico de documentos en físico, inconsistencias en inventario, actividades manuales

En la simulación y análisis del proceso real de compras especiales mostrado en la Figura 2, se obtuvo una duración de 9 días, 5 horas, 5 minutos, con un costo de \$ 6,120.83, este proceso presenta las mismas actividades que no generan valor del proceso de compras de cuadro básico, sumado a un tráfico de información mediante intermediarios, y esperas en autorizaciones de las cotizaciones y los presupuestos. De manera más específica se detectó lo siguiente:

- Las requisiciones son llenadas y entregadas de manera física y a mano, lo que ocasiona que el personal salga de su área de trabajo, y acumulación de papel para su traslado.
- Las cotizaciones se realizan de diferente manera, dependiendo del tipo de compra que se vaya a realizar, puede ser por sistema Bionexo o directamente con el proveedor.
- El llenado de orden de compra se realiza en físico y a mano, también es llenado digitalmente en el SHI, el cual tiene que ser descargado para luego enviarse al proveedor, en caso de no ser compra de Bionexo, en caso de ser compra de Bionexo es enviado directamente desde la plataforma al formalizar la compra aceptando el presupuesto del proveedor seleccionado como el mejor.
- En caso de compras especiales, una vez recibidas las cotizaciones son enviadas al área solicitante para su aprobación, una vez aprobada se le regresa al encargado de compras, y este la envía al director administrativo para su última aprobación, en caso de ser rechazado por alguno, se repite la operación con otra cotización. Esta parte del proceso genera muchos tiempos de espera, ya que el área solicitante o el director administrativo debido a su carga de trabajo pueden tardar de uno, dos o hasta tres días en contestar con aprobación, esto genera un retraso en lo consecutivo del proceso.
- Una vez realizada la compra, al llegar el producto la factura se coteja manualmente, revisando que todos los datos estén correctos y coincida con los datos especificados en la orden de compra, posteriormente se le da entrada al SHI.
- Para poder solicitar cotizaciones de medicamento del cuadro básico, primero se tiene que realizar una revisión de mínimos y máximos en SHI, una vez seleccionados manualmente los productos que están en su mínimo, se

hace una lista para poder subirla al sistema Bionexo, todas estas actividades manuales requieren de tiempo y cuidado específico.

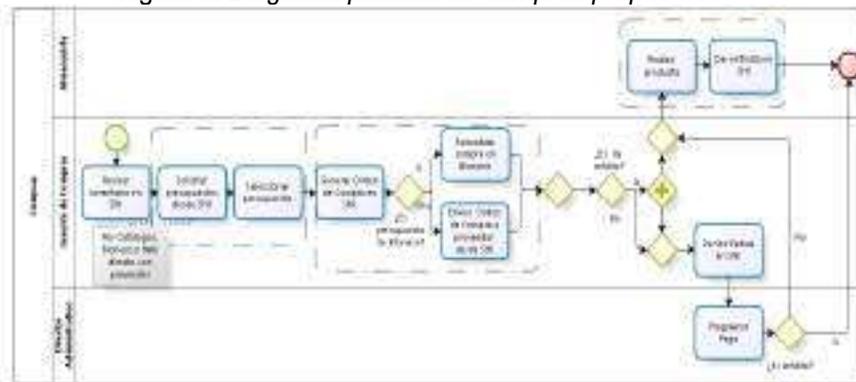
Con base en el análisis realizado se propone lo siguiente:

- Integrar módulo de requisiciones en Sistema Hospital Integral, para eliminar el formato en físico y el traslado del personal.
- Integrar solicitud de cotizaciones desde SHI para que todas las cotizaciones se realicen desde ese sistema. Además, agregar una restricción de tres cotizaciones para poder realizar orden de compra, así se asegura que realmente se estén solicitando cotizaciones a varios proveedores.
- Sistema de alertas en SHI, donde todos los involucrados estén informados de en qué estado se encuentra el proceso, quien está tardando en realizar lo que le corresponde y el mismo sistema esté mandando las alertas a las personas involucradas o responsables, de esos estados, y cuando llegue un nuevo formato o actividad.
- Automatizar la validación de factura electrónica con orden de compra como respaldo, dentro de SHI. La factura electrónica es un comprobante fiscal digital que se genera mediante internet (CFDI) se compone de dos documentos un XML y un PDF, es emitido a través del Servicio de Atención Tributaria en México para que se tenga registro de lo que una empresa o comerciante vende. La validación consistiría en anexar formato XML al recibirlo del cliente, y el sistema lo comparará con la orden de compra generada correspondiente a esa compra y con los datos fiscales de la clínica (*Factura electrónica, s/f*).
- Enlace desde SHI al sistema Bionexo, para eliminar los tiempos de revisión de inventarios y selección de producto por producto, con este enlace automáticamente se cargarían los productos que se encuentran en mínimos al sistema Bionexo para solicitar.

Se realizó el diagrama con la simulación de tiempos y costos aplicando los cambios propuestos mostrados a continuación en la Fig.3 correspondiente al proceso de compras, y Fig.4 correspondiente al proceso de compras especiales. Al realizar la simulación se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2 donde se puede observar que los tiempos y costos disminuyeron en ambos procesos tal como los resultados obtenidos por

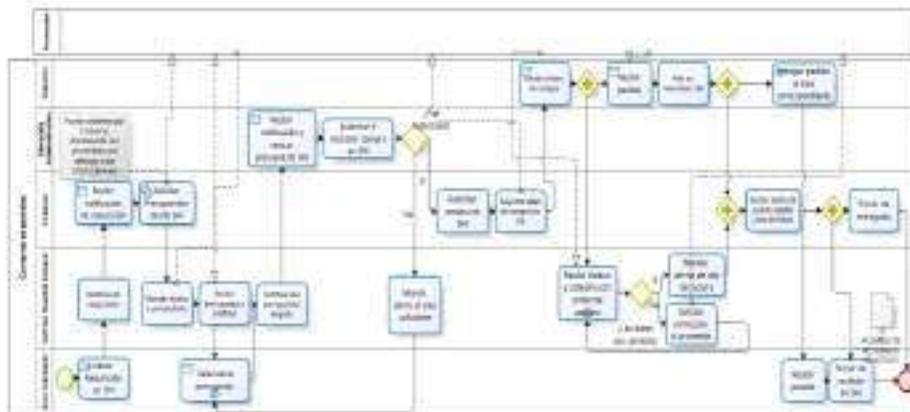
Gómez (2013), por una vez que se realiza el proceso de compra de cuadro básico se reduce un 11% el costo de horas hombre y un 0.99% el tiempo total, cabe resaltar que es la reducción de una sola corrida del proceso el cual se realiza diariamente.

Figura 3. Diagrama proceso de compras propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Figura 4. Diagrama proceso de compras especiales propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Tabla 2. *Tiempos y costos obtenidos en las fases de modelado y rediseño*

		Proceso	Propuesta	Diferencia	% producción
Compras	Costo Unitario	\$ 2,833.33	\$ 2,500.00	\$ 333.33	11.76%
	Tiempo total	3d 11h 40m	3d 10h 50m	50m	.99%
Compras especiales	Costo total	\$ 6,120.83	\$ 3,634.03	\$ 2,486.80	40.62%
	Tiempo total	9d 5h 5m	7d 1h 48m 49s	2d 3h 16m 49s	23.29%

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de compras especiales se tiene una reducción de costos de horas hombre del 40.62% y un 23.29% del tiempo total.

Guías de diseño

Una vez realizada la simulación de las propuestas para el caso de estudio, esta sección se muestra una serie de recomendaciones generales de diseño obtenidas a partir del análisis de las necesidades del caso de estudio y del análisis de diferentes plataformas como Monday, BidDown y Wrike, aplicaciones que utilizan workflow como herramienta.

1) Línea del tiempo

Se propone que se muestre una línea del tiempo dónde cada persona que interviene en el proceso tenga acceso a ella, y pueda visualizar en qué punto se encuentra el proceso, y el estado de cada actividad dentro de él, con ello se tendría información clara para cualquier interesado en el proceso y sobre todo detectado siempre quien es la persona responsable de que el proceso esté detenido en caso de que esto sucediera. Por ejemplo, en el proceso estudiado de compras especiales hay dos actividades donde se tiene que esperar autorización de la actividad, en caso de que al responsable se le olvide autorizar, puede retrasarse días la llegada del producto a comprar, sin la información de la línea del tiempo, nadie tiene conocimiento del retraso, ni el motivo, ni el responsable de ello.

2) Cronograma

Agregar fechas de inicio y plazos específicos para las actividades que lo requieran, así como las vistas del cronograma del proceso. Con este punto es donde se especifica a cada responsable de la actividad, cuanto tiempo tiene para realizarla, y todos los integrantes e interesados del proceso tienen visibilidad de ello.

3) Prioridad

Facilidad de agregar grados de prioridad tanto al proceso como a cada actividad: Alta, media, o baja. Con ello todos los responsables del proceso tienen conocimiento de la prioridad que debe tomar su actividad, debido a que no todas las compras son del mismo producto ni tienen la misma prioridad, incluso un mismo producto puede cambiar de prioridad dependiendo la situación.

4) Asignar tareas

Asignar un responsable a cada actividad, dónde automáticamente se le envía una notificación con la información relevante (prioridad y plazos) al momento de la asignación. En el proceso estudiado las personas tienen sus actividades asignadas informalmente, ellos saben lo que tienen que hacer, pero no hay ningún documento o sistema que se los estipule, al momento de asignar las tareas en el sistema queda registrado el responsable de cada actividad, sobre todo porque a excepción del encargado de compras para los demás involucrados este proceso no se encuentra entre sus actividades primordiales, por lo que pueden ir dejando pasar su responsabilidad dentro del proceso de compras y retrasarlo.

5) Comunicaciones

Interfaz y automatización para el envío de documentos, alertas, menciones y mensajes con opciones de respuesta. Esto ayudará a disminuir tiempos en la comunicación, eliminar traslados, y documentación en físico. En el proceso estudiado se entregan formatos en físico, hay actividades de espera por autorización en la que si no se obtiene respuesta es necesario enviar un correo o realizar una llamada para apurar la respuesta por parte de la persona encargada de autorizar para poder continuar con el proceso, es lo que se busca eliminar con este punto.

6) Integración

Habilitar integración con otras aplicaciones, plataformas o herramientas de gestión y comunicación (correo electrónico, plataformas de proveedores, etc.), para que dentro del mismo sistema se puedan recibir y enviar correos, documentos, y mensajes sin tener que salir de él. En el proceso se observó que hay muchas actividades donde el responsable de compras tiene que descargar documentos como las cotizaciones, órdenes de compra o facturas, para después enviarlas por correo a quien corresponda, con este punto

podría enviarlo directamente desde el sistema a la plataforma que más convenga para el proceso, ya sea correo electrónico o plataforma del proveedor, por mencionar algunos. Logrando así centralizar la información del departamento de compras en el sistema, que es lo que ofrecen todas las plataformas analizadas.

7) Catálogo de proveedores

Crear una agenda homologada de proveedores, dónde se puedan agregar y evaluar aspectos de interés para el proceso de compra (producto, satisfacción, condiciones de pago, porcentajes de descuentos, etc). Actualmente en el proceso cuentan con una agenda de proveedores, pero lo que desconocen son los porcentajes de descuento con los que cuentan con cada uno, o si ya consumen el estimado necesario para acceder a un descuento mayor, ya que los proveedores manejan su descuento por cantidad de consumo.

8) Cotizaciones y órdenes de compra

Poder solicitar cotizaciones y enviar órdenes de compra a los proveedores desde el sistema, así como crear un historial y seguimiento de ellas. Para el proceso de compras estudiado, no se cuenta con un sub proceso estandarizado, ya que las cotizaciones que se realizan directamente con el proveedor, por la plataforma Bionexo, o por los catálogos, no se cuenta con un registro de ellos, y en el caso de las compras especiales, solo se guarda cuando el producto comprado tiene un costo muy elevado. En el caso de las órdenes de compras como antes se mencionó, se realizan en formato en físico y después en el sistema. Al implementar la cotización y orden de compra desde el sistema se contará con el historial de cada una de ellas, y en caso de ser necesario dar seguimiento.

9) Agenda electrónica

Facilidad de cargar agenda de contactos, y de invitar a través del sistema aquellos contactos que desee.

10) Reportes

Posibilidad de generar reportes de todo aquello que ocurre en los procesos, poder visualizar el progreso de cada tarea, comparar resultados con resultados anteriores, presupuestos, descuentos obtenidos, cronogramas, líneas del tiempo, etc. Este apartado es uno de los principales elementos de la plataforma Monday, dónde se hace recuento de todo lo realizado, y se encuentra a disposición de los interesados, porcentajes,

tiempos totales, comparación entre procesos realizados, tiempos de espera, toda la información importante para la toma de decisiones y posibles mejoras del proceso.

Con los puntos mencionados de la guía de diseño se cumplen a los beneficios que muestra Gómez (2013) en su estudio, donde al implementar el sistema workflow se mejora la gestión de compras, logrando automatizar los procesos de trabajo, y así generar control en todas las etapas del proceso donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados, reduciendo costos y aumentando el rendimiento de los trabajadores ya que tareas como la búsqueda, reportes para análisis, envío de documentos, pasa ahora a manos del sistema workflow. Además cumpliendo con una buena gestión de compras la empresa puede responder a demandas cambiantes y resaltar en más beneficios como lo menciona Andino (2006).

Conclusiones

En este artículo se presentó un estudio siguiendo la metodología PADM con los que se obtuvieron resultados de cómo se encontraba el proceso de compras, que llevaron a un análisis de herramientas en el mercado que establecen un flujo de trabajo donde se automatizan los procesos, se asignan tareas y prioridad de ellas, se integran aplicaciones, contando con alertas y con acceso la información de manera sencilla y en tiempo real, eliminando documentación en físico, así como poder visualizar el progreso de cada proceso; los cuales en estos momentos no se toman en cuenta y son vitales para optimizar los procesos a los que se apliquen.

Con las guía de diseño propuestas, la clínica podría implementar un sistema de flujo de trabajo en su proceso de compras, logrando disminuir tiempos y costos tal como se menciona en el trabajo de Gómez (2013). Las guías de diseño se obtuvieron a partir de los resultados y analizando otras herramientas en el mercado que apoyan la gestión de compras, de las que se obtuvieron los requerimientos del sistema de acuerdo al proceso de compras de una clínica privada.

Con la metodología PADM se pudo documentar y mapear el proceso, para analizar y detectar las mejoras que pudieran implementarse y crear un flujo de trabajo, automatizando los procesos y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre

los interesados (Gómez, 2013), integrándolas en un único entorno, lo cual ayuda a las organizaciones a crear estructuras de adaptación tecnológica para prosperar ante cambios o evoluciones en el mercado (Haposan et al., 2020).

El objetivo de las guías presentadas fue identificar y establecer los principales requerimientos para un flujo de trabajo en el proceso de compras de un hospital privado y sus beneficios. A parte de beneficiar directamente al proceso de compras y a las personas involucradas, la clínica puede obtener más beneficios en otras áreas, como seguridad para los doctores y pacientes de que lo que receten siempre se encontrará disponible en la farmacia de la clínica, un orden y disponibilidad de documentos y alertas para que se realicen los pagos a los proveedores en tiempo y forma, un mayor flujo de efectivo ya que con el seguimiento y comparación entre proveedores se obtienen mayores descuentos, por lo tanto menor gasto y mayor ganancia en el medicamento.

Las guías de diseño presentadas pueden ser aplicada a otros hospitales privados sin necesidad de repetir la metodología PADM, incluso como trabajo futuro se pretende presentar para otros procesos, así como la implementación de la guía, primero elaborando las interfaces para que los usuarios la evalúen, realizando las correcciones en caso de necesitarlas y así poder con la implementación, seguimiento y análisis del sistema, lo que tendría un impacto exponencial en el hospital que lo implemente.

Las guías de diseño son una oportunidad para los hospitales privados de contar con un recurso en el cual basarse para comenzar con la automatización de sus procesos en la que encontrarán los elementos principales para lograr un flujo de trabajo y el beneficio que cada uno representa, otra oportunidad de estudio sería para el caso de hospitales públicos ya que los hospitales públicos realizan sus compras cada año con un proceso denominado compras consolidadas, las cuales se realizan por licitaciones y adjudicaciones, en el cual interviene el gobierno de México, la política de combate a la corrupción, la Oficialía Mayor de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en coordinación con el Sector Salud (Presidencia de la República, 2019).

Referencias

Andino, R. (2006). Gestión de inventarios y compras. En *eoi Escuela de Negocios* (p. 73).

- http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45152/componente45150.pdf
- Beltrán, B. A. G., & García, A. G. (2018). Guías De Diseño Web Para Facilitar El Acceso a La Información Desde Teléfonos Inteligentes. *Pistas Educativas*, 39(128), 586–606. <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1183>
- Camacho, H. C., Lorena, K., Espinosa, G., & Arboleda, U. S. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *LACCEI*, 10.
- Conceição, P., & Gonzalez, F. (2010). Maximizing the benefits of ERP systems. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 7(1), 5–32. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752010000100001>
- Dhir, S. (2018). *Flexible Strategies in VUCA markets* (S. Dhir (ed.)). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-10-8926-8>
- Factura electrónica*. (s/f).
- Freund, J., Rücker, B., & Hitpass, B. (2017). *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica* (5a ed.).
- Gómez, V. (2013). *La implantación de un sistema workflow para la mejora de gestión de compras del grupo ANECOOP*. <http://hdl.handle.net/10251/35076>
- Haposan, C., Husseini, F., Barkah, A., Prihatma, O., & Putra, B. (2020). An analysis on the importance of motivation to transfer learning in VUCA environments. *Management Science Letters*, 10, 271–278. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.9.005>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraaw-Hill (Ed.); 6a ed.). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Inglés-Romero, J. F., & Vicente-Chicote, C. (2012). Guías de diseño para sistemas adaptativos basados en componentes. V *Jornadas de introducción a la investigación de la UPCT*, 96–98. <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3268>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (s/f). *Medicamentos*. <http://www.imss.gob.mx/profesionales-salud/cuadros-basicos/medicamentos>
- Jiang, J. S., Yang, B., & Miao, Z. M. (2015). A workflow task assignment method based on the properties of task and user. *Computer Simulation*, 32, 222–225. https://www.jstor.org/stable/26543031?read-now=1&seq=5#page_scan_tab_contents
- Jiménez, A. P., Salamanca, P. A., & Garavito, L. A. (2007). Sistema de información orientado a procesos de negocio y flujos de trabajo en la Universidad Nacional de Colombia . Perspectivas y caso de estudio A business management- and workflow-orientated information system in the Universidad Nacional de Colombia: *Ingeniería e investigación*, 27(3), 193–202.
- Martínez, A., & Cegarra, J. G. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*.
- Montoya, A. (2002). *Conceptos modernos de administración de compras* (Norma (Ed.); 19a ed.). <http://xurl.es/zq5bq>
- Muñoz, L., & Prat, R. (2003). La implantación de sistemas tipo ERP: Su efecto sobre la organización y los recursos humanos. *Partida doble*, 150, 32–45.
- Orellana, S. D. G. (2018). *Evaluación de las compras corporativas de medicamentos en el sector salud*, Lima 2014 - 2016 [Universidad César Vallejo].

- http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12986/Orellana_YSDG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Presidencia de la República, P. (2019). *Compra consolidada de medicamentos y material de curación 2020*. [Comunicado de prensa]. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/compra-consolidada-de-medicamentos-y-material-de-curacion-2020>
- Rodríguez, J., & González, J. (2002). Integración de las tecnologías de flujo de trabajo y gestión documental para la optimización de los procesos de negocio. *Ciencias de la Información*, 33(3), 17–28. <https://docplayer.es/7244726-Integracion-de-las-tecnologias-de-flujo-de-trabajo-y-gestion-documental-para-la-optimizacion-de-los-procesos-de-negocio.html>
- Salas, G., & Campoverde, M. (2019). Proceso de Gestión de Asistencia Técnica. Caso de estudio: Hospital General Isidro Ayora de Loja, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 5, 159–183. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.930>