

**Ciencias de la Ingeniería y Tecnología**  
*Handbook T-II*

**Ledesma Jaime, Reynaldo**  
**Arreguín Cervantes, Antonio**  
**Moreno Villanueva, Emmanuel** *Directores*

**Congreso Interdisciplinario**  
**de Cuerpos Académicos**

# **Ciencias de la Ingeniería y Tecnología**

---

## **Volumen II**

---

Para futuros volúmenes:  
<http://www.ecorfan.org/handbooks/>

## **ECORFAN Ciencias de la Ingeniería y Tecnología**

---

El Handbook ofrecerá los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en su área de investigación en Ciencias de la Ingeniería y Tecnología. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (LATINDEX- DIALNET- ResearchGate- DULCINEA- CLASE –HISPANA -Sudoc-SHERPA-UNIVERSIA), el Handbook propone así a la comunidad académica , los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.

**María Ramos · Virginia Aguilera**

Editoras

# Ciencias de la Ingeniería y Tecnología

## *Handbook T-II*

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Agosto 15-16, 2013.

# ECORFAN<sup>®</sup>

## *Editoras*

María Ramos  
ramos@ecorfan.org

Virginia Aguilera  
vaguilera@utsoe.edu.mx

Rectora de la UTSOE  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

ISBN-CL 978-607-8324-04-0  
ISBN-V 978-607-8324-13-2  
ISSN 2007-1582  
e-ISSN 2007-3682  
Sello Editorial ECORFAN: 607-8324  
Número de Control HCIT: 2013-02  
Clasificación HCIT (2013): 090813-0201

## ©ECORFAN-México.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HCIT es parte de los medios de ECORFAN ([www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org))

## **Prefacio**

Una de las líneas estratégicas de la política pública ha sido la de impulsar una política de ciencia, tecnología e innovación que contribuya al crecimiento económico, a la competitividad, al desarrollo sustentable y al bienestar de la población, así como impulsar una mayor divulgación científica y tecnológica, a través de distintos medios y espacios, así como la consolidación de redes de innovación tecnológica. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior logran constituirse como un elemento articulador de la investigación, ciencia y tecnología.

El Subsistema de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, a través de diferentes Universidades que lo conforman, de manera permanente y decidida vienen propiciando el surgimiento y desarrollo de grupos de investigación (Cuerpos Académicos), gestionando los apoyos necesarios para que los mismos puedan incursionar de manera adecuada en el campo de la investigación aplicada, la vinculación con pertinencia con los sectores productivos y promoviendo la participación activa de la razón de ser de nuestras instituciones, los estudiantes, así como impulsar el desarrollo tecnológico regional.

La Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato visualiza la necesidad de promover el proceso de integración entre los Cuerpos Académicos de las instituciones de Educación Superior y de Nivel Medio Superior, proporcionando un espacio de discusión y análisis de los trabajos realizados por dichos cuerpos y fomentando el conocimiento entre ellos y la formación y consolidación de redes que permitan una labor investigativa más eficaz y un incremento sustancial en la difusión de los nuevos conocimientos. Este volumen II contiene 22 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes de posgrado, a partir de 15 estados de México.

*Arreguín, Rodríguez, Ledesma, Corral & Tenorio* presentan el diseño y desarrollo de un sistema Router Industrial con bancada de 1200x600mm, para el maquinado y grabado de materiales tales como madera, acrílico y aluminio; *Félix, Mena, Orozco & Ostos* acotan que las personas con síndrome Down (SD) tienen una comprobada capacidad de aprender, pero presentan una problemática específica que obliga adaptar la normativa general educativa a sus propias características, con el objetivo de obtener avances significativos en su aprendizaje. Sin embargo, aunque el uso de las nuevas tecnologías está teniendo un gran impacto en las instituciones educativas, estas no han sido debidamente aprovechadas en los sistemas escolares de educación especial, ya que continúa utilizándose el modelo tradicional de enseñanza; *Ledesma, Moreno, Ferrer, Moreno & Barrera* presentan las modificaciones de una máquina forjadora para fabricar artículos de limpieza, considerando un análisis de su estructura bajo carga estática, mediante la implementación del Método de Elemento Finito (MEF) utilizando el software Inventor Profesional, así como la implementación de un nuevo diseño del chuck para la sujeción de los bastones; *Saldaña, Cárdenas, Muñoz, Sánchez & Becerra* basan su investigación en los principios del desarrollo económico regional, se fundamenta en la reflexión de los escenarios creados (nacional, estatal, regional y sectorial) a través de la metodología de cambio y participación para identificar la problemática que sufre la industria textil y su disminución en el empleo, ingreso, crecimiento de la población y daños ambientales; *Dibene & Flores* tienen como propósito presentar una revisión del desarrollo y aplicación de las tecnologías enfocadas al enfriamiento con desecante activadas térmicamente, y analiza el estado de la deshumidificación desecante giratoria y el aire acondicionado en los siguientes dos aspectos: la optimización de la configuración del sistema y la utilización de la energía solar y otras fuentes de calor de baja calidad, como la energía solar, la calefacción, el calor residual y la bioenergía; *Morales, Marmolejo, Ramírez & Olayo* exponen una investigación realizada por la Universidad Tecnología del Aguascalientes, para conocer los valores y estilos de vida de los estudiantes de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, en el artículo se describen los resultados que se obtuvieron, así como algunos de los reactivos más representativos; *García, Meza, Ávila & Núñez* analizan la posibilidad de la implementación de un Laboratorio de Cómputo que utilice exclusivamente software libre tanto en el sistema operativo como en los programas de cómputo donde se puedan impartir aquellas asignaturas que por su estructura requieran la utilización de un software para cubrir las unidades temáticas de las carreras de la División Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas ubicada en Nuevo Vallarta, Nayarit; *Cuevas, Godínez & Barragán* muestran indicadores importantes de la calidad de las piezas producidas debido a que valores como la resistencia a compresión se relaciona a la capacidad de soporte en un muro de mampostería. Además, se sugieren estrategias a implementar a fin llevar un control de calidad para que los productos sean competitivos en el mercado regional de la industria de la construcción.

*Hernández, Gómez, Romero & García* determinan las acciones a realizar para participar de forma asertiva en la generación, asesoramiento técnico y difusión del conocimiento del área de automatización, mediante un estudio exploratorio basado en los tipos de procesos y niveles de automatización de las empresas en el área de influencia; *Reyes, Lugo, Callejo & Nava* proponen la implementación de un brazo neumático para succión de cubos de grasa, logrando reducir el 78% en las cargas de trabajo físicas del operador; *Arizpe, Argumedo, Madrigal, Olivares & Alamilla* acotan que la generación de propulsión en aeroreactores y medición de parámetros termodinámicos (presión, temperatura, flujo másico, entre otros) empleando equipo especializado en energía y térmica, buscando igualar el empuje de estos motores utilizando biocombustibles en comparación con los combustibles fósiles, conservando la vida útil del motor y disminuyendo con ello, el consumo de combustible fósil y la emisión de gases contaminantes al medio ambiente; *Cabral, Robles, Sánchez & Gutiérrez* coadyuvan al progreso del campo mediante la incorporación de tecnología regional a un precio accesible incorporando un sistema de control de temperatura mediante colectores solares y almacenamiento térmico así como el diseño de un biodigestor que permitan mantener una temperatura adecuada para el desarrollo de los cultivos aún en épocas invernales; *Morales, Rangel & Morales* proponen el diseño de una arquitectura que permita implementar un sistema distribuido para el reconocimiento de individuos a través de bases de datos de huellas dactilares; *Valdez & Cruz* presentan un proyecto se está trabajando en el seno de un convenio entre la Universidad Politécnica de Tlaxcala y la empresa American Standard, Planta Tlaxcala; *Molina & Castro* tienen como objetivo promover el uso y aplicación del protocolo de nueva generación en las instituciones educativas con la finalidad de obligar a los proveedores de comunicaciones a soportar IPv6 como protocolo nativo de manera que los tiempos de transición sean reducidos y se puedan explotar con mayor eficiencia muchas de las aplicaciones de extremo a extremo que hoy operan mediante procesos que sobrecargan las tareas de los equipos de enrutamiento; *Acosta, Mar & Ibarra* proponen el desarrollo de un generador de funciones utilizando como técnica de diseño la síntesis digital directa (DDS) la cual permite la generación de una gran variedad de señales (señales senoidales, rampa, triangular, cuadrada, etc.), he implementado en la tarjeta Nexys 2 la cual cuenta con un FPGA, el Spartan 3E de Xilinx; *May, Morales, Marrufo & Martín* tienen como objetivo el mostrar el proceso de desarrollo de software utilizando una metodología de desarrollo ágil denominado Scrum a un sistema de control de activos fijos denominado ISOPTEC; *Katt, Morales, Esbeidy & Morales* presentan el resultado de la implementación de la tecnología de voz en los dispositivos móviles, con la finalidad de apoyar al aprendizaje de un segundo idioma basado en el enfoque natural de Stephen Krashen; *Medina, Vargas, Cisneros, Bustamante & Vázquez* investigan como mejorar el tratamiento de la materia orgánica a través de la digestión anaerobia para obtener un residuo estable e incrementar la producción de biogás y establecen el efecto del pretratamiento térmico al sustrato de la digestión anaerobia con cuatro temperaturas diferentes (40, 60, 80, 100°C).



*Huerta, Barron, Quintanilla, Aguirre & Mata* presentan la infraestructura utilizada para el establecimiento de un sistema de comunicación mediante VoIP y se recurre al estándar IEEE 802.11n/g/b, y describen los posibles protocolos aplicables al proyecto de los cuales, el protocolo SIP (session initiation protocol) se elige debido a que permite establecer la comunicación entre un servidor Call Manager Express (CME) y un servidor Asterisk; *Caballero, Luna & Aguilar* resaltan la capacidad de incorporar las tecnologías de videoconferencia y telepresencia en una red convergente con arquitectura de campus, para ello, se considera la red de comunicaciones de la UTEZ como caso de estudio, dicha red cuenta con dispositivos y enlaces adecuados para proporcionar los anchos de banda requeridos para el video y la telepresencia aplicando el concepto de calidad en el servicio (QoS); *Jiménez, Ontiveros, Luna & Moroyoqui* presentan el uso de la Ingeniería Inversa en aplicaciones didácticas e industriales en algunas universidades de Sonora y describen una definición formal y un método asociado con el concepto de ingeniería inversa.

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Valle de Santiago, Guanajuato.  
Agosto 15-16, 2013

*María Ramos  
Teresa Ramírez*

<b>Contenido</b>	<b>Pag</b>
<b>1 Diseño y fabricación de un sistema Router con bancada de 1200 x 600(mm)</b>	1-12
<i>Antonio Arreguín, Marcos Rodríguez, Reynaldo Ledesma, María Corral y Raúl Tenorio</i>	
<b>2 Dispositivos móviles una alternativa para el aprendizaje de personas con síndrome de Down</b>	13-22
<i>Vanessa Félix, Luis Mena, Eber Orozco y Rodolfo Ostos</i>	
<b>3 Eficientización de componentes de un equipo para elaboración de artículos de limpieza</b>	23-35
<i>Reynaldo Ledesma, Emanuel Moreno, Miguel Ferrer, Jesús Moreno y David Barrera</i>	
<b>4 El impacto de la globalización en la industria textil y su efecto en el empleo en la región centro sur del estado de Tlaxcala 1990-2011</b>	36-48
<i>Cesar Saldaña, Celic Cárdenas, Sergio Muñoz, Gustavo Sánchez y Julio Becerra</i>	
<b>5 Enfriamiento evaporativo con desecante, estado del arte</b>	49-60
<i>Luis Dibene &amp; Ramón Flores</i>	
<b>6 Estilos de vida de los estudiantes de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</b>	61-67
<i>Eucario Morales, Juan Marmolejo, Judith Esperanza y María Olayo</i>	
<b>7 Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de cómputo basado en software libre. Caso de estudio: División Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas</b>	68-80
<i>Héctor García, Amparo Meza, José Ávila y Héctor Núñez</i>	
<b>8 Estudio de tres zonas productoras de tabiques de arcilla en la región centro del estado de Guerrero</b>	81-93
<i>Alfredo Cuevas, Flaviano Godínez y Raziel Barragán</i>	

- 9 Evaluación de los niveles de automatización del sector industrial en la zona de influencia de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV), que incluye a los municipios de Nicolás Romero, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán México, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan de Juárez para determinar el nivel de automatización** 94-105  
*Leticia Hernández, Elizabeth Gómez, José Romero y Leopoldo García*
- 10 Evaluación y eliminación de condiciones inseguras en la estación de extrusión de grasa de una planta alimentaria** 106-120  
*Valeria Reyes, Violeta Lugo, Claudia Callejo y Francisca Nava*
- 11 Generación de empuje en aeroreactores utilizando biocombustible** 121-131  
*Pablo Arizpe, Pedro Argumedo, Oscar Serrano, Enrique Olivares y Merari Loera*
- 12 Habilitación de invernadero con sistema automático para el control de temperatura por medio de colectores solares y almacenamiento térmico así como el diseño de biodigestor** 132-142  
*Adriana Herlinda, José Robles, Adriana Sánchez y Guillermo Gutiérrez*
- 13 Implementación arquitectura general para la construcción de identificadores de huellas dactilares distribuidas** 143-157  
*Guadalupe Morales, Nelson Rangel y Miguel Morales*
- 14 Implementación de robots industriales en el proceso de esmaltado de muebles para baño** 158-162  
*Julio Valdez & Juan Cruz*
- 15 Implementación de servicios IPv6 en la Universidad Autónoma de Guerrero, México** 163-169  
*Félix Molina & José Castro*
- 16 Implementación de un generador de señales por síntesis digital directa con VHDL** 170-175  
*Jorge Acosta, Reyle Mar y Mario Ibarra*
- 17 Implementación de un Sistema para el Control de Activos ISOPTEC, bajo el estándar ITIL y metodología ágil SCRUM** 176-190  
*Mario May, Yeni Morales, Jorge Marrufo, Mario Martín*

**18 Inclusión de tecnologías de voz en dispositivos móviles para aprendizaje de un segundo idioma** 191-198

*Alondra Katt, Eunice Morales, Manuel Gómez y Alejandro Ramírez*

**19 Incremento en la solubilidad y producción de biogás al pretratar térmicamente el sustrato** 199-204

*Miriam Medina, Oscar Vargas Vicente Cisneros, Claudia Bustamante y Roberto Vázquez*

**20 Infraestructura clave para el establecimiento de un sistema de comunicación VoIP** 205-216

*E. Huerta, J. Barron, J. Quintanilla, J. Aguirre y R. Mata*

**21 Integración de soluciones de videoconferencia y telepresencia en arquitecturas de redes de campus** 217-223

*Alejandro Caballero, Martha Luna y Jonathan Aguilar*

**22 La ingeniería inversa y sus aplicaciones en la educación en ingeniería** 224-235

*Eusebio Jiménez, Saúl Ontiveros, René Moroyoqui, Gabriel Luna y Julio Humberto*

Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato 236

Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN 237-238

Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato 239-243

# **Diseño y fabricación de un sistema Router con bancada de 1200 x 600 (mm)**

Antonio Arreguín, Marcos Rodríguez, Reynaldo Ledesma, María Corral y Raúl Tenorio

A. Arreguín, M. Rodríguez, R. Ledesma, M. Corral y R. Tenorio  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago-Huamimaro Kilómetro 1.2, 20 de Noviembre, 38400 Valle de Santiago, Guanajuato Dirección de Mecánica y Mantenimiento.  
aarreguin@utsoe.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

En este artículo se presenta el diseño y desarrollo de un sistema Router Industrial con bancada de 1200x600mm, para el maquinado y grabado de materiales tales como madera, acrílico y aluminio.

En el punto 1 se muestra la introducción del tema que describe la situación actual del laboratorio de maquinado de la Utsoe, así como la necesidad y justificación del proyecto. El punto 1.1 describe la metodología del diseño aplicada en el desarrollo del proyecto la cual contempla la ingeniería conceptual, datos de entrada criterios de aceptación ingeniería básica y finalmente la ingeniería de detalle. El punto 1.2 presenta los resultados del trabajo que tiene como alcance la información necesaria para la fabricación del sistema Router así como el prototipo virtual y físico. En el punto 1.3 se presentan una discusión del tema.

## **1 Introducción**

En la actualidad la automatización es una de las maneras de agilizar y controlar los procesos de fabricación, aunado a una demanda creciente de trabajos más precisos y con menor tiempo conducen a establecer mecanismos automatizados que realicen trabajos repetitivos con control en la repetición de la calidad.

La ubicación de la Universidad Tecnológica del Suroeste con lleva una responsabilidad de satisfacer las necesidades del sector productivo de la región, mediante el desarrollo de tecnología, con la cual se enfrentan las demandas que la sociedad necesita.

Dentro de los procesos de manufactura con los que cuenta la UTSOE los cuales son: Maquinado, Soldadura, Pailería, etc., se resalta el proceso de maquinado de geometrías más complejas que solo con la ayuda de sistemas CAM se pueden desarrollar, tal es el caso del Sistema Router que se encuentra actualmente en la escuela el cual tiene una bancada limitada para la realización de piezas mucho mayores, esto se presenta como una área de oportunidad para la UTSOE la cual con un sistema Router más robusto en el sistema de movimiento y posicionamiento se podrían realizar maquinados en superficies mayores. Por lo anterior se propone el diseño y fabricación de un sistema Router con bancada de 1200mm x 600mm.

### **1.1 Método**

Dentro de lo que corresponde al método de solución, se puede mencionar que la aplicación de la metodología del Diseño fue el mecanismo para llevar a cabo el presente trabajo.

A continuación se describen los pasos y su correspondiente desarrollo, que condujeron a la obtención del Diseño de un prototipo virtual que posteriormente se pasó a la parte de fabricación teniendo como resultado el ensamble del sistema Router.

Ingeniería conceptual: Estudio de patentes e información de Tipos de Routers.


En este punto se llevó a cabo una investigación de los diferentes tipos de Router que se encuentran en el mercado, buscando obtener los parámetros de operación de cada uno de ellos y así poder establecer un punto de referencia para proponer el diseño del ROUTER-01, diseñado y fabricado por UTSOE.

Derivado de lo anterior se presentan algunos de los datos de los diferentes Router que se encuentran en el mercado dentro de los parámetros más próximos a lo establecido por UTSOE que es la bancada de 1200 x 600mm.

**Tabla 1** Modelo jx-1218

Área de trabajo x-y	1200mmx1800	
Área de trabajo z	100mm	
Max velocidad	6m/min	
Precisión de trabajo	0.01mm	
Resolución	0.025mm	
Precisión de	0.05mm	
Potencia del husillo	2.2kw	
Rotación del Husillo	0-24000rpm	
Software	Windows2000/	
Modo de trabajo	motor paso 8	
Tensión de alimentación	Ac220v/50hz	
Peso bruto		

**Tabla 1.1** Modelo dl-6090

Área de trabajo x-y	600mmx900mm	
Área de trabajo z	600mmx900mm	
Max velocidad		
Precisión de trabajo		
Resolución		
Precisión de		
Potencia del husillo	1.5KW refrigerado por agua	
Rotación del Husillo		
Software	Artcam/Castmate/Wentai	
Modo de trabajo	Motor de pasos de /sevor	
Tensión de alimentación	AC220V±10%/50~60Hz	
Peso bruto		

Estudio y análisis de requisitos y especificaciones:

Derivado del estudio de los Router que se encuentran comercialmente se presentan los requisitos y las especificaciones del Router llamado UTS-01.

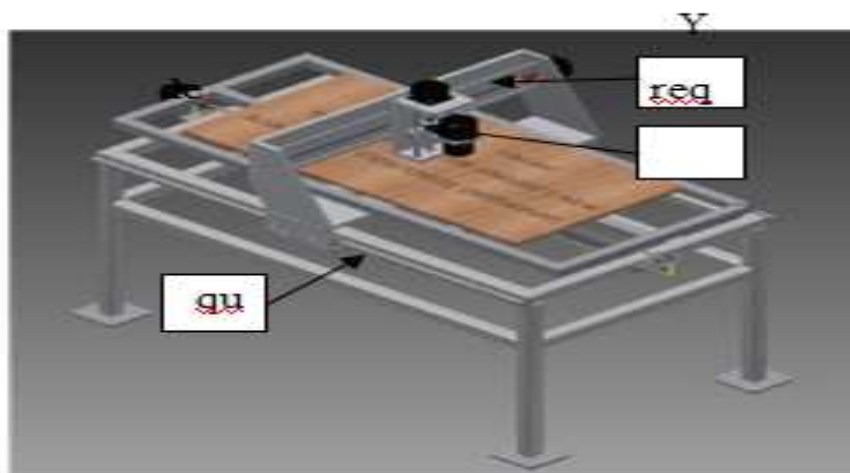
**Tabla 1.2** Modelo tsu-01

	1200X600	
Área de trabajo z	100mm	
Max velocidad	5m/min	
Precisión de trabajo		
Resolución		
Precisión	de.03/300mm	
Potencia del husillo	2.5Hp	
Rotación del Husillo	24000r/min	
Software	Match3	
Modo de trabajo	motores p	
Tensión de alimentación	CA 110V/6	
Peso bruto		

- Sistemas de paros de emergencia.
- Sistema de comunicación entre el software y los elementos de posicionamiento.
- Sistema de topes mecánicos de final de carrera para evitar problemas de sobre travel, en los tres ejes.
- Se realizaron pruebas de maquinado en superficies de madera, nylon, aluminio, triplay, etc.

Definición del diseño conceptual de Router.

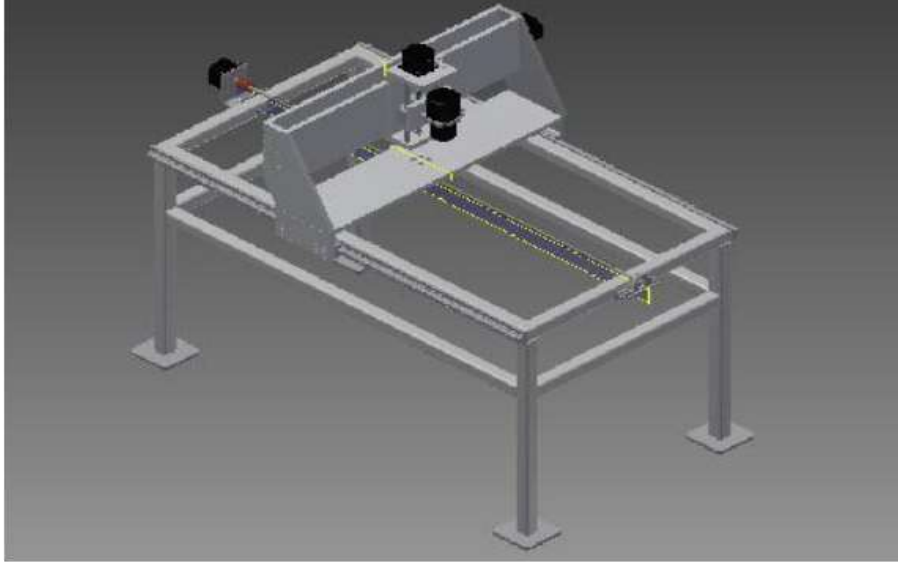
En esta parte se presentan tres diseños conceptuales del Router TSU-01 que cumplen los requisitos y datos de entrada, para ello se realizó una matriz de decisión para seleccionar el más adecuado.

**Figura 1** Diseño conceptual tsu-01- opción a



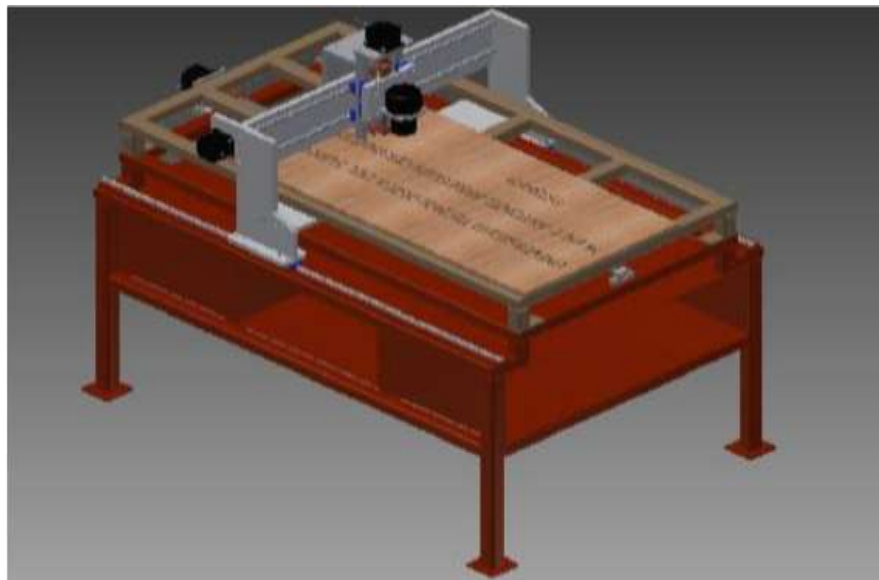
Para este concepto TSU-01- opción A se puede apreciar los sistemas principales tales como la estructura de la mesa, sistema de guías en los tres ejes y sistema de sujeción de herramienta de corte.

**Figura 1.1** Diseño conceptual Router TSU-01-opción B



Al igual que en la figura 1 el concepto TSU-01- opción B cuenta con una sistemas de mesa los tres ejes de posicionamiento y el sistema de sujeción de la herramienta.

**Figura 1.2** Diseño conceptual Router TSU-01-opción C



**Tabla 1.3** Matriz de decisión

Criterio	Route r TSU- 01- opció n A	Route r TSU- 01- opció n B	Route r TSU- 01- opció n C
Mantenimiento	5	5	5
Costo	5	4	4
Precisión(Tornill o embalado)	3	4	5
Durabilidad	3	3	5
Resistencia	3	3	5

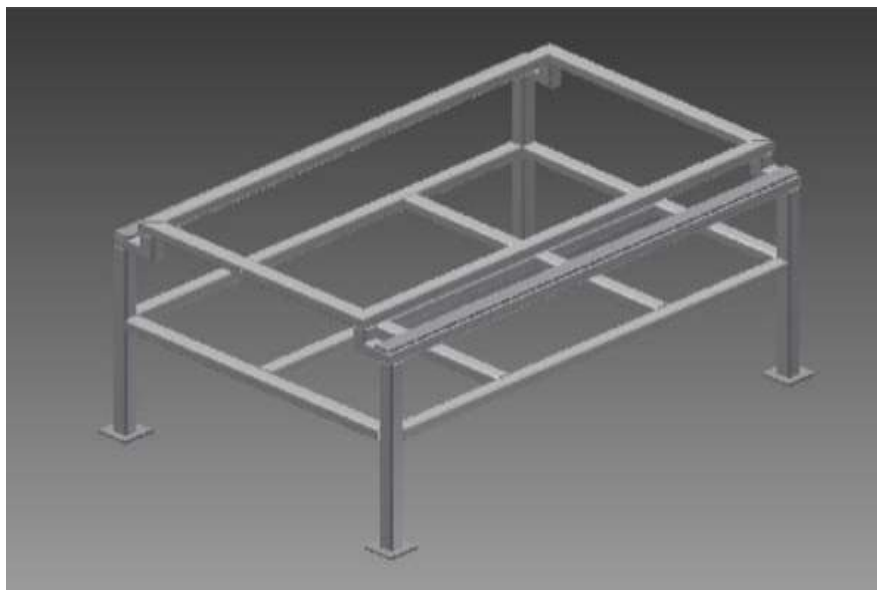
5-Excelente, 4 Muy bueno, 3 Bueno, 2 Regular y 1 Suficiente

Después de realizar la matriz de decisión se encontró que la opción C es el adecuado por lo que se procederá a realizar la ingeniería básica y de detalle en este concepto.

## 1.2 Ingeniería básica

Diseño de estructura. Para el diseño de la estructura, se selecciona un perfil PTR cuadrado en material ASTM A-36, buscando darle rigidez al sistema para garantizar que las fuerzas externas no provoquen perturbaciones en los maquinados a realizar. Derivado de lo anterior se propuso utilizar perfil PTR de 2in x 2in x 1/8in de espesor de lo anterior se presenta el diseño de la estructura que soporta técnicamente todos los componentes del sistema posicionamiento incluyendo las herramientas de corte las bases para el material a maquinar.

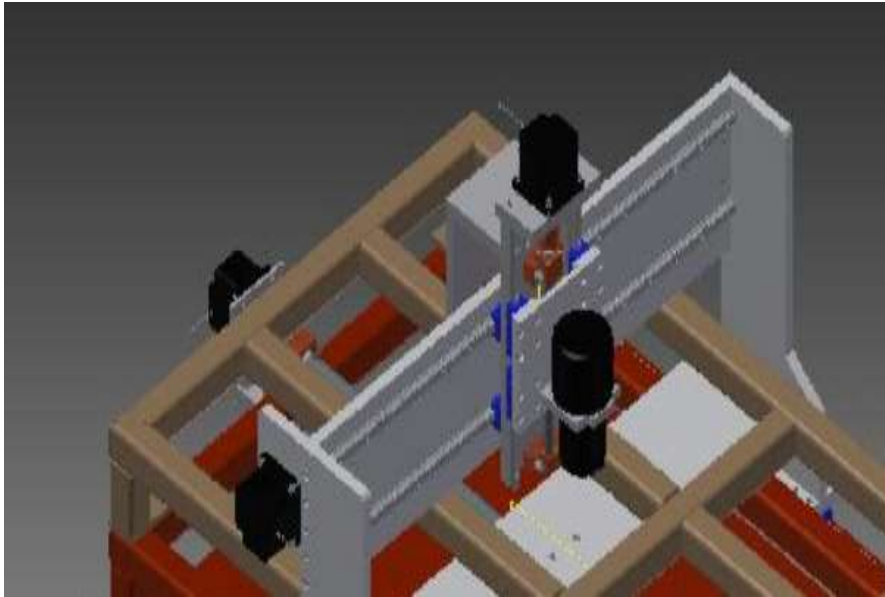
**Figura 1.3** Diseño de estructura del sistema Router para bancada de 1200mm x 600mm



Diseño sistema de posicionamiento. Primeramente en el sistema de posicionamiento se seleccionaron los sistemas de motores a pasos, para ello se realizaron cálculos de Torques requeridos en base a los datos de entrada como son la velocidad de posicionamiento, lo cual derivó en un sistema de 3 motores a pasos con torques de 1600 oz-in, 1200 oz-in y 640 oz-in para los ejes X, Y y Z respectivamente.

Lo anterior se puede ver en la figura 1.4 la cual representa los tres motores a pasos.

**Figura 1.4** Sistemas de potencia motores a pasos para los ejes X, Y y Z



Posteriormente se seleccionaron los tornillos embalados para los tres ejes dando como resultado después de los cálculos lo siguiente:

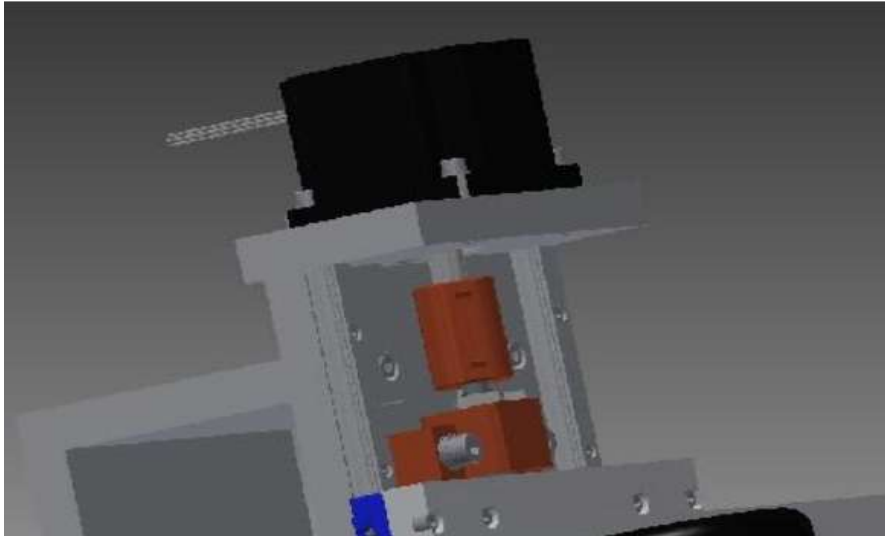
Para el eje X se tiene un tornillo embalado con número de modelo: BLK2525-3.6ZZ la cual representa un tornillo de diámetro 25mm de diámetro con paso de 25 mm para el eje X.

Para el eje Y se tiene un tornillo embalado con número de modelo: BLK1616-7-2ZZ la cual representa un tornillo de diámetro 16mm de diámetro con paso de 16 mm para el eje X.

Para el eje Z se determinó que fuera del mismo modelo que el eje Z por mantenimiento.

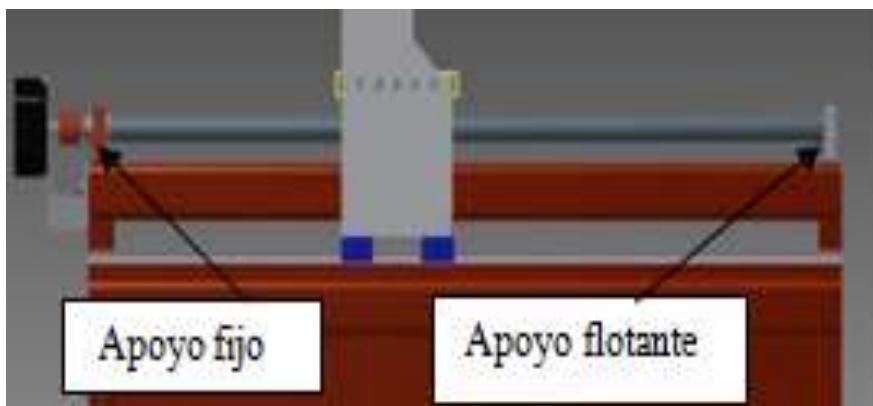
Cada uno de los tornillos embalados esta acoplado a un acoplamiento flexible de manera que absorba cierto grado de des- alineamiento. En la figura 1.5 se presenta un acercamiento de este elemento mecánico.

**Figura 1.6** Acoplamiento flexible en los tres ejes



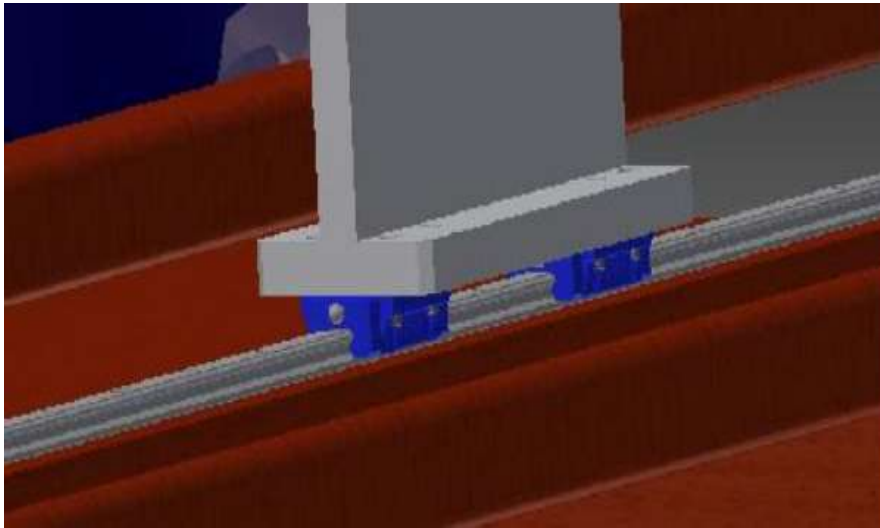
Al igual que el cople flexible el tornillo embalado sobre dos soportes o uno de los apoyos tiene a uno. El apoyo fijo tiene un montaje en X de manera que evita el juego axial del tornillo y a su vez el apoyo flotante absorbe cualquier incremento de longitud del tornillo por la dilatación térmica que se pueda presentar. En las figuras 1.6 se presentan estos detalles.

**Figura 1.6** Apoyo del tornillo embalado



Continuando con el Diseño del sistema de posicionamiento, se seleccionaron guías lineales y carros lineales de la Marca THK con número de modelo: SHS15+1600L y SHS15C1QZZZ que corresponden al número 15 que es el más pequeño en esta serie pero que garantiza la resistencia y durabilidad para el diseño propuesto. En este diseño se propuso la utilización de 4 carros por eje para darle estabilidad, conservando el mismo modelo y así ayudar en la parte del mantenimiento y la intercambiabilidad de partes.

**Figura 1.7** Guías y carros lineales para los ejes X, Y y Z

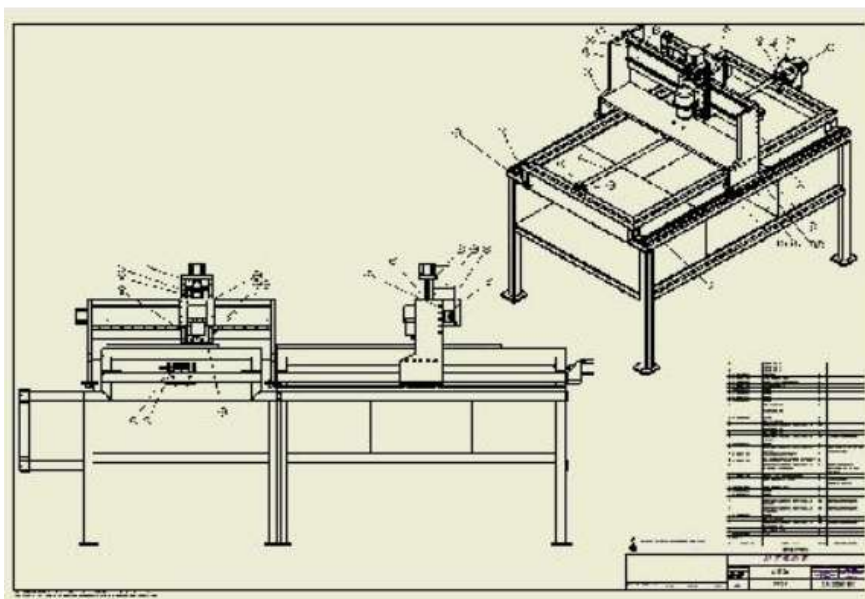


### 1.3 Ingeniería de detalle

Dibujos de despiece y de ensamble: En esta etapa del proyecto se desarrollaron los dibujos de ensamble y despiece de todos los componentes del sistema Router, los cuales muestran las dimensiones necesarias para su fabricación así como los tipos de material a utilizar conjuntamente con las cotas críticas que conducen al correcto funcionamiento de las piezas.

A continuación se presentan algunos de los ensambles más relevantes del diseño.

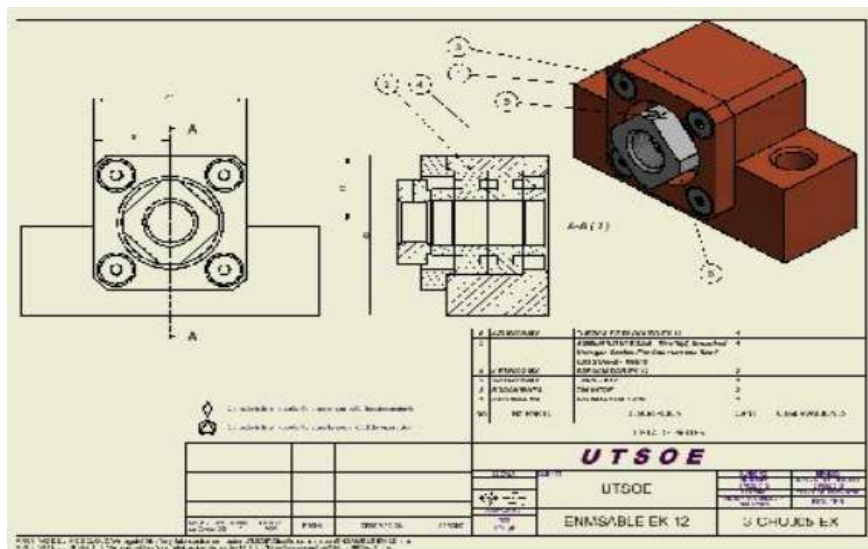
**Figura 1.8** Dibujo de ensamble del Router



En la figura 1.8 se puede ver el diseño del sistema del Router con la lista de las partes las individuales y equipo comercial.

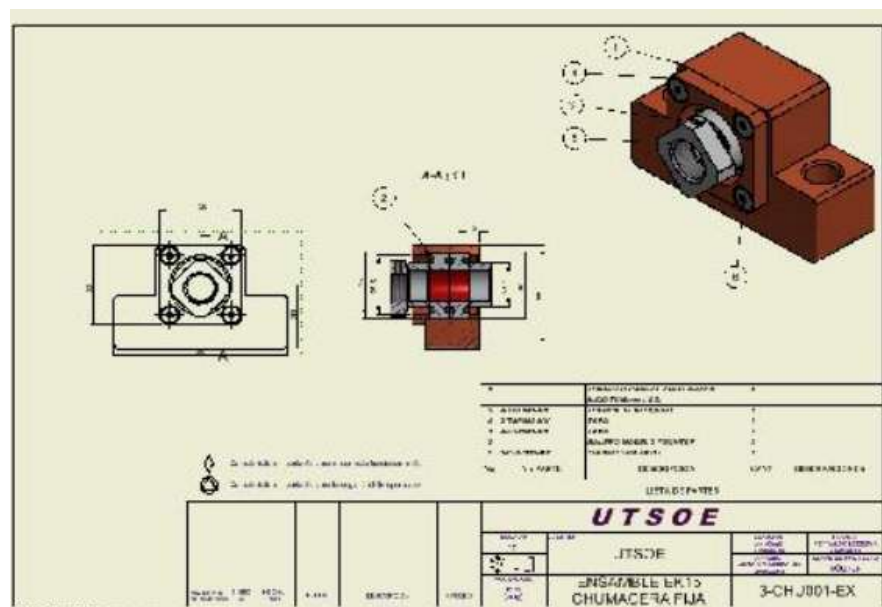
Las cuales corresponden a subensambles y piezas.

**Figura 1.9** Chumacera fija para tornillo embalado de diámetro de 25 cm



En la figura 1.9 se presenta el dibujo de ensamble de la chumacera fija para un tornillo embalado de diámetro 25. Para este caso se diseño y fabrico este elemento ya que por su costo y tiempo de entrega estaba fuera de lo requerido.

**Figura 1.10** Chumacera fija para tornillo embalado de diámetro de 16 cm



En la figura 1.10 al igual se muestra el ensamble de la chumacera para tornillo embalado diámetro 16, la cual tiene la función al igual que la anterior de evitar el juego axial del tornillo embalado, dejando en ambos casos, libre el soporte flotante que está diseñado y pensado por el fabricante, para absorber cualquier dilatación térmica que se presente.

## 1.4 Resultados

Dentro de los resultados obtenidos, se menciona un Diseño virtual del sistema Router con todos sus elementos, así como el desarrollo de la Ingeniería conceptual básica y de detalle.

También como resultado se tiene un prototipo del sistema el cual se validara de acuerdo a los criterios de aceptación que se presentaron. También como resultado se tiene la titulación de 2 TSU's que desarrollaron sus estadías con el trabajo "Diseño conceptual de un Router con bancada de 1200 x 600mm".

Se tiene la experiencia y expertis en el cálculo y selección de tornillos embalados así como la determinación de los elementos motrices para este tipo de sistemas. Continuando se puede decir que se tiene el conocimiento e información para escalar dimensionalmente hablando a otro sistema Router pero con aplicación en otro tipo de proceso de mecanizado o corte.

Al igual también se tiene el conocimiento de la selección e instalación del equipo de control así como el manejo de la interface del software match3 para su operación.

## 1.5 Discusión

Del trabajo se desprende muchas áreas de mejora que podrán enriquecer este trabajo tanto a nivel técnico como de funcionalidad entre las que se presentan los siguientes:

El sistema Router deberá contar con límites de carrera en los tres ejes así como topes mecánicos, también se puede visualizar la proyección de colocar un sistema de cambio de herramienta así como instalar un servo- motor que controle de forma automática las velocidades del husillo tratando de lograr una maquina CNC y al igual proyectarlo a mecanismos de corte por plasma, chorro de agua, tipo pantógrafos etc.

## 1.6 Conclusiones

Después de desarrollar este trabajo podemos concluir que es importante tener muy en claro hasta donde se quiere llegar y para lograrlo buscar los mecanismos y metodologías apropiadas para conseguir los alcances.

Este trabajo es sin duda una guía sencilla pero eficaz para lograr el diseño y fabricación de un Router.

También puedo concluir que las tecnologías están al alcance de cualquier persona que las puede entender y controlar para posteriormente realizar aportaciones nuevas a los sistemas existentes. Y este trabajo es un caso de lo que comento, la tecnología existe pero al realizar este trabajo me di cuenta la gran cantidad de aplicaciones en las que podemos contribuir al desarrollo tecnológico.

## **1.7 Referencias**

Edward Shigley Joseph. Diseño en Ingeniería Mecánica. 4ta ED. 3ra ED en español. Michigan E.U.A. Pp. 15.

Manual de THK 2013, Manual de Thomsom



## **Dispositivos móviles una alternativa para el aprendizaje de personas con síndrome de Down**

Vanessa Félix, Luis Mena, Eber Orozco y Rodolfo Ostos

V. Félix, L. Mena, E. Orozco y R. Ostos  
Universidad Politécnica de Sinaloa, Mazatlán, México, Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera #  
Km 3. Colonia Genaro Estrada C.P 82199. Mazatlán, Sinaloa; México Tecnologías de la Información y  
Comunicación Aplicadas  
vfelix@upsin.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de  
Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

People with Down syndrome (DS) have a proven ability to learn, but have a specific problem that requires adapting the general rules education to their own characteristics, in order to make significant progress in their learning. However, although the use of new technologies are having a major impact on educational institutions, they have not been properly exploited in special education school systems, as still used the traditional teaching model. In this sense, experts play a role in the teaching-learning process of students with DS because the direct interaction with students through of a workbook can advance their learning according to the individual needs of each student. However, this usually results in a static material, without an attractive layout, color and other elements that increases the interest of students, and implies that the work becomes monotonous, passive and unattractive, which undoubtedly has some affect in the effectiveness of the process, especially in people with attention deficit greater. Therefore, this paper proposes the use of mobile devices as a teaching strategy to help improve the teaching-learning process in people with DS.

## 2 Introducción

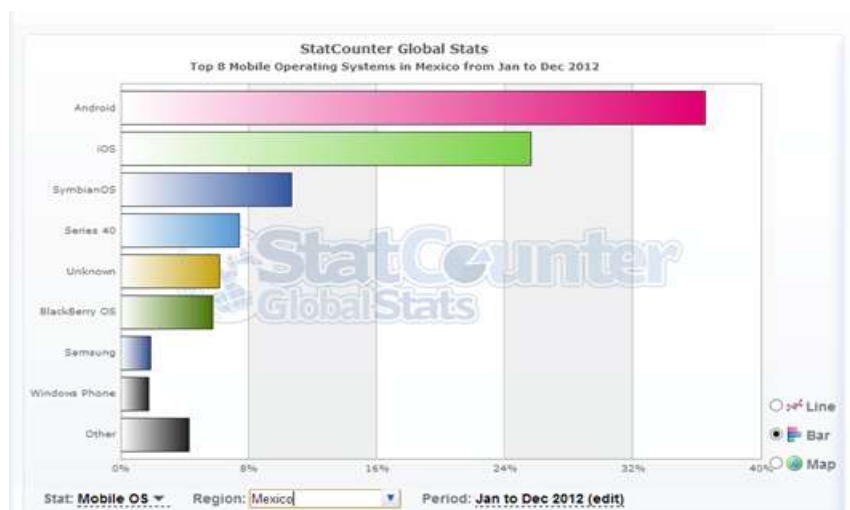
El Síndrome de Down (SD) es la anormalidad cromosómica más común en recién nacidos, y la única trisomía de la especie humana en la que sobrevive un número significativo de individuos más allá del año después del nacimiento. González (2011) señala que existe una frecuencia de alrededor de 1 en 700 recién nacidos vivos y en lo que respecta a México, se calcula que existen 250,000 personas con SD, cifras muy similares a la de otros países, es decir, un caso por cada 700 a 800 nacimientos vivos.

Los rasgos típicos en personas con SD incluyen un desarrollo físico, psicomotor y mental retrasado (Klug, 2006), por lo que su aprendizaje requiere de métodos especiales de enseñanza.

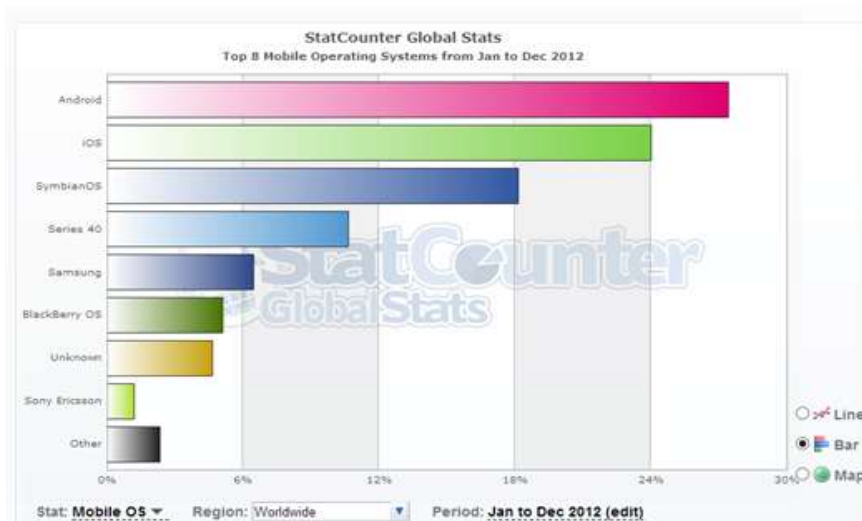
Por otra parte, el uso de dispositivos móviles en nuestro país, tales como smartphones y tablets, ha registrado un significativo incremento en la última década. Tal como lo señala un reciente estudio, el 85% de los mexicanos cuentan con un dispositivo móvil, de los cuáles 17% son smartphones (IAB México, 2012). Por lo tanto, estos dispositivos pueden ser aprovechados para reforzar y crear nuevos métodos de enseñanza (tanto para personas sanas, como personas con algún tipo de discapacidad), que además de estimular y promover el gusto por aprender, hacen de los procesos de enseñanza y aprendizaje actividades más divertidas.

En este sentido, un dispositivo móvil puede resultar adecuado para usarse como herramienta auxiliar en la educación de personas con SD, debido a su portabilidad y bajo costo. En la actualidad, el sistema operativo móvil con mayor penetración en el mercado es *Android iOS*, con un 37.23% de participación nacional (StatCounter Global Stats, 2013), además de proveer el mayor número de librerías gratuitas para el desarrollo de aplicaciones móviles. Por lo tanto, tomando como base estudio de StatCounter Global Stats (Fig. 2 y Fig. 2.1), resulta evidente que *Android* tiene un mayor alcance y usabilidad para desarrollar una aplicación móvil.

**Figura 2** Sistemas operativos para aplicaciones móviles usados en México



**Figura 2.1** Sistemas operativos para aplicaciones móviles de mayor penetración mundial



Este trabajo de investigación surge como un esfuerzo interdisciplinario para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en personas con SD, implementando una herramienta auxiliar de terapia de lectura y escritura basada en el uso de las nuevas tecnologías.

Para ello se propuso el desarrollo de una aplicación móvil que permitiera realizar un conjunto actividades basadas en estrategias lúdicas, que contemplaran tanto el reconocimiento de voz, como de escritura, para mejorar el aprendizaje significativo en estudiantes con SD.

## 2.1 Método

Este proyecto de investigación se dividió en dos etapas, una parte técnica, donde se diseñó y desarrolló la aplicación móvil, y una parte experimental, donde se implementó y probó la aplicación en una escuela especial para niños con SD del municipio Mazatlán, Sinaloa.

La primera etapa tuvo una duración de cuatro meses, de septiembre del 2012 hasta diciembre del mismo año, y se dividió en tres fases:

1. Definición de la aplicación, muestra y método experimental.
2. Diseño de la aplicación.
3. Desarrollo de la aplicación.

La segunda parte se realizó de enero a marzo del 2013 y se dividió en dos fases:

1. Pruebas.
2. Validación.

**Estrategias de Aprendizaje:** Las estrategias de aprendizaje fueron diseñadas a través de la colaboración interdisciplinaria entre los miembros del grupo de desarrollo y terapeutas expertos en el tratamiento de personas con SD. En este sentido, se contó con la participación de profesionales en educación especial pertenecientes a Casa Down Mazatlán I.A.P., y en base a su experticia se definieron estrategias de aprendizaje significativo para diseñar terapias de lectura y escritura enfocadas en actividades lúdicas, considerando que podían resultar más atractivas para los estudiantes. Por lo tanto, se diseñaron 10 mini-actividades lúdicas divididas en igual proporción para reforzar aspectos básicos de la lectura y la escritura en alumnos con SD, todo bajo un enfoque interdisciplinario y consensuado entre los especialistas en la enseñanza de educación especial y expertos de los dominios computacionales, a través de mesas de trabajo y reuniones con el grupo de desarrollo e investigadores de esta área.

## 2.2 Hardware y Software

La aplicación fue desarrollada para operar en la plataforma Android utilizando tablets Sony de 9" y 16 GB. Para el desarrollo del software se utilizó Android 2.2 Froyo a través del Eclipse Integrated Development Environment 3.7 for Java developers. El diseño y desarrollo de la aplicación propuesta estuvo basado en el paradigma de desarrollo en espiral, que es un modelo de proceso de software evolutivo en el cual el software se desarrolla en una serie de versiones incrementales. De igual forma, se desarrollaron algoritmos de construcción de redes neuronales artificiales para el reconocimiento de escritura y voz, con una red neuronal capacitada solo para el reconocimiento de lenguaje oral y escrito en la lengua española.

En cuanto a las consideraciones de diseño para la interfaz de usuario se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos:

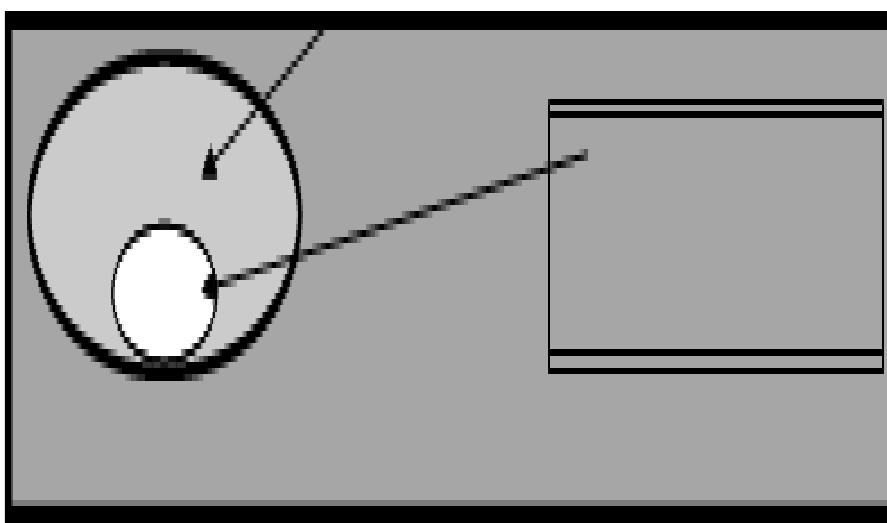
- Diseñar una interfaz amigable y atractiva visualmente.
- Diseñar una interfaz interactiva a través de tecnología de pantalla táctil.
- Proveer instrucciones de forma escrita y auditiva.
- Integrar ayuda para la realización de los ejercicios propuestos.
- Personalizar el acceso a la aplicación.
- Indicar al usuario el grado de desempeño de cada ejercicio.
- Almacenar el grado de avance de cada ejercicio.

Diseño experimental: Se aplicó el método cuasiexperimental del tipo diseño de grupo de control no equivalente. Debido a que el contexto en el que se efectúa esta investigación fue de índole educativo, no se pudo crear de forma aleatoria la muestra de sujetos de los grupos de control y experimental, por lo tanto, ambos grupos fueron previamente establecidos.

La unidad de estudio fue el proceso de enseñanza- aprendizaje de lectura y escritura en estudiantes con SD. La unidad de análisis fue mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de lectura y escritura en estudiantes con SD a través del uso de dispositivos móviles, y la unidad geográfica fue Casa Down Mazatlán I.A.P., Mazatlán Sinaloa.

Limite de Población: Población de Casa Down Mazatlán I.A.P.

**Figura 2.2** Representación de la población escolar y de la selección de la muestra



Limite de población: Los 6 alumnos de cada grupo

## 2.3 Resultados

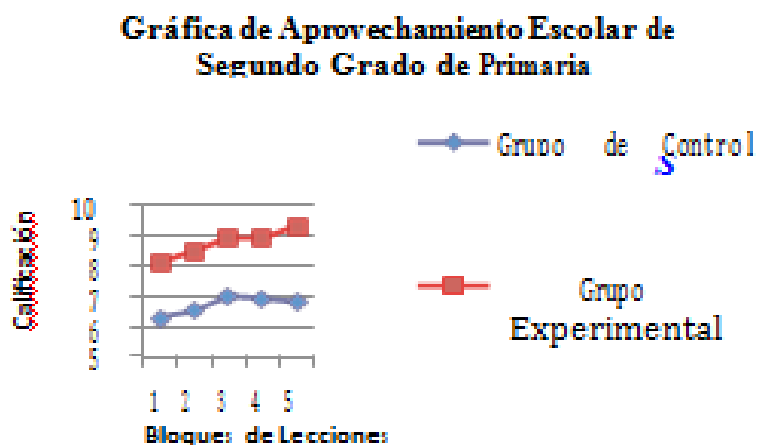
En la etapa inicial se construyó una muestra no probabilística de 12 alumnos dividida en un grupo experimental que realizó terapias de lectura y escritura con dispositivos móviles, y un grupo de control que llevo a cabo estas terapias a través del método tradicional (Figura 3). Cada grupo estuvo conformado por 6 estudiantes de Casa Down Mazatlán I.A.P. con edades entre los 5 y 18 años. En ninguno de los grupos se presentaron casos de deserción.

En la etapa de prueba se evaluó el rendimiento académico del grupo experimental, y se comparó con el de los estudiantes del grupo de control, con el objetivo de evaluar el impacto del uso de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje de lectura y escritura en estudiantes con SD. Esta etapa tuvo una duración de 12 semanas. El grupo denominado experimental, asistió a las clases en donde se impartían terapias de lectura y escritura, con la ayuda de las tabletas digitalizadoras. Se habilitaron seis tablets Sony para los estudiantes y una iPad 2 para el profesor, por lo que el uso del software fue individualizado, mientras que el grupo de control continuó en su aula de clases habitual tomando los mismos contenidos didácticos, pero de forma tradicional. Luego se procedió a evaluar ambos grupos antes y después de la utilización del software, y los datos recolectados fueron procesados a través de un paquete ofimático.

**Figura 2.3** Pantalla de inicio de la aplicación HATLE

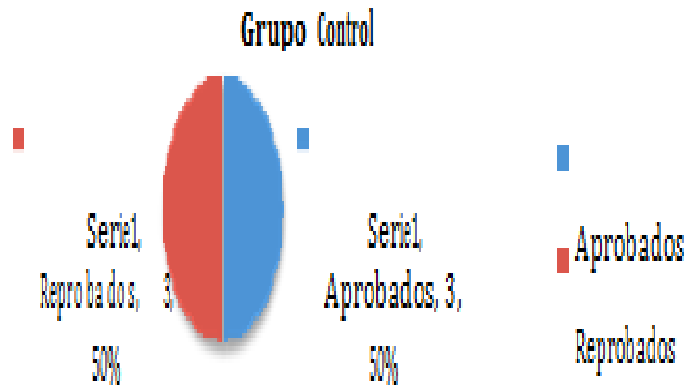
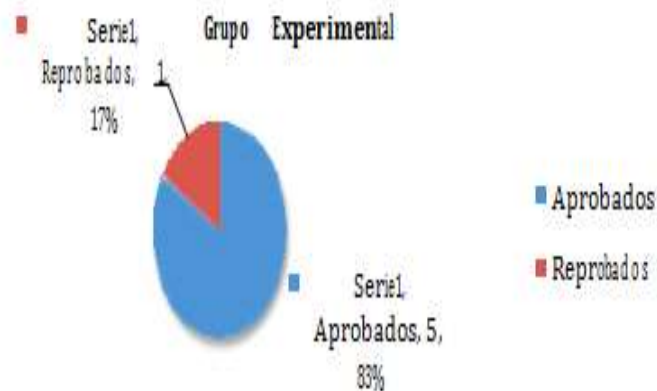


Se observó que el grupo experimental que utilizó la Herramienta Auxiliar para Terapias de Lectura y Escritura (HATLE) obtuvo un mejor rendimiento considerando su historial académico, y contrastándolo con el grupo de control (Grafico 2).

**Gráfico 2** Resultados obtenidos por el grupo experimental y de control

En términos generales, los estudiantes del grupo experimental resultaron mejor evaluados en cada uno de los ejercicios planteados como parte de los contenidos temáticos abordados.

En este sentido, el grupo experimental obtuvo un 83% de aprobación, mientras que el grupo de control solo alcanzó un 50% (Figuras 6 y 7). Además, se observó que los estudiantes del grupo experimental fueron más entusiastas y proactivos al momento de realizar las terapias, mostrando mayor motivación y expectativa al utilizar la tableta digitalizadora para resolver los ejercicios propuestos, manteniéndose atentos y enfocados en la resolución de los mismos, reaccionando positivamente durante las sesiones de trabajo, y manteniéndose atentos a las instrucciones del terapeuta.

**Grafico 2.2** Alumnos aprobados y reprobados en el grupo de experimental**Grafico 2.1** Alumnos aprobados y reprobados en el grupo de control

## 2.4 Discusión

Las personas con SD en general tienen más dificultades para el aprendizaje significativo que las personas que no poseen este tipo de discapacidad, lo que obstaculiza su inserción no solo en el sistema regular de enseñanza, sino también en la sociedad. La principal dificultad que enfrentan estas personas radica en la apreciable desventaja que encuentran respecto al resto de los estudiantes, tanto en los procesos de simbolización primaria, como secundaria. En este sentido, es claro que si sus necesidades no son satisfechas oportunamente con la ayuda adecuada, sufrirán un inevitable retraso escolar.



Por lo tanto, para que el este tipo de estudiantes puedan desarrollar las capacidades mínimas que faciliten su inserción social, es necesario desarrollar innovadoras estrategias didácticas que contribuyan a mejorar sus capacidad de comunicación a través de la lectura y la escritura a temprana edad.

Por lo tanto, la utilización por parte de los docentes todos los recursos tecnológicos que estén a su alcance, puede facilitar la inserción escolar de los niños con SD, y mejorar su desarrollo cognitivo, afectivo y social a las edades esperadas. Permitiendo además, ampliar el radio de relaciones significativas, a través de la lectura y la escritura como parte de su desarrollo personal integral. Es este contexto el uso de las nuevas tecnologías conjuntamente con el desarrollo de herramientas didácticas auxiliares, pueden resultar de utilidad para que se avance en esta problemática.

El desarrollo de aplicaciones didácticas basada en actividades lúdicas de aprendizaje, puede motivar al estudiante con SD a participar en variadas acciones educacionales que le permitan acercar a su mundo experiencias multisensoriales, y que además posibiliten al terapeuta a ofrecer instancias alternativas al apresto escolar y la promoción del desarrollo, de una manera que resulten atractivas y motivadoras. Experiencias pedagógicas en educación especial relacionadas con el uso de las nuevas tecnologías pueden representar un aspecto positivo en lo referente a la integración y la autoestima de las personas con SD, que en muchos casos se encuentra dañada, afectando sus relaciones. Pero que con el uso de atractivos dispositivos son capaces de alcanzar por sí solos ciertos objetivos, logrando un sentimiento de igualdad y con una mejor predisposición hacia sí mismo y los demás.

No obstante, si bien es cierto que la utilización de aplicaciones informáticas por parte de los encargados del área de estimulación temprana, resulta ser altamente motivadora para el alumno, no debe considerarse a estas herramientas auxiliares como un elemento único y aislado y del resto de los recursos de los que dispone el docente. En este sentido el uso de las nuevas tecnologías como aplicaciones educativas, deben ser un medio y no un fin. Es decir, son herramientas y materiales de construcción que solo deben facilitar el aprendizaje, el desarrollo de habilidades y distintas formas de aprender.

## **2.5 Conclusiones**

Para que un proyecto de innovación y desarrollo tecnológico pueda alcanzar el éxito deseado, es necesario contar con una iniciativa integrada que incluya el apoyo de las instituciones del estado, fuertes asociaciones públicas-privadas y una estrategia de comunicación pertinente a la motivación y objetivos particulares de cada uno de los actores de la cadena de valor. Este fue el caso del desarrollo de la herramienta HATLE, donde a través del apoyo de la Secretaría de Educación Pública de México.

La investigación interdisciplinaria por parte del Cuerpo Académico de Tecnologías de la Información Aplicadas de la Universidad Politécnica de Sinaloa, y la vinculación con Casa Down Mazatlán I.A.P., se logró desarrollar una aplicación móvil para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje de educación especial, y atender necesidades concretas de sectores específicos de nuestra sociedad, como lo es la población de personas con SD de Mazatlán , Sinaloa.

## **2.6 Agradecimientos**

Este estudio fue financiado por la Secretaría de Educación Pública, México DF, México a través los apoyos al Fomento para la Generación y Aplicación Innovadora del Conocimiento (PROMEP/103-5/11/6727) y al Fortalecimiento de Cuerpos Académicos en Formación (PROMEP/103-5/11/4145).

## **2.7 Referencias**

González JF. Síndrome de Down: cómo vivirlo en la adolescencia y adultez. Disponible desde Internet en <http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=2567> [con acceso el 05-03-2011].

Klug WS, Cummings MR, Spencer CA. Conceptos de genética. 8a.ed. España. Pearson Educación; Prentice Hall, 2006. Capítulo 8, pp. 217-219.

Primer estudio de usos y hábitos de dispositivos móviles en México. Disponible desde Internet en [http://www.iabmexico.com/usosyhbitos\\_mobile](http://www.iabmexico.com/usosyhbitos_mobile) [con acceso el 05-04-2013].

StatCounter Global Stats: Top 8 Mobile Operating Systems on March 2013. Disponible desde Internet en <http://gs.statcounter.com> [con acceso el 06-03-2013].

## **Eficientización de componentes de un equipo para elaboración de artículos de limpieza**

Reynaldo Ledesma, Emanuel Moreno, Miguel Ferrer, Jesús Moreno y David Barrera

R. Ledesma, E. Moreno, M. Ferrer, J. Moreno y D. Barrera  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago - Huanímaro Km. 1.2 Valle de Santiago, Guanajuato  
rledesma@utsoe.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

This article presents the analysis of a machine chassis building through to manufacture cleaning products under static load, through the implementation of the Finite Element Method (FEM) using the Inventor professional software. We propose three alternative, which were evaluated based on the results obtained for the efforts of Von Mises, displacement and safety factor. Then compares the results obtained with the purpose of choosing the best alternative, allowing to validate the conceptual design proposed for the team. Finally, the development of this project seeks to make efficient use it resources in the construction of the machine, with what is expected to contribute to the momentum of family workshops that provide auto employment.

## **3 Introducción**

La Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato se ha planteado como objetivo desarrollar proyectos que permitan en su implementación la generación de empleos para el municipio y la región. Para ello se desarrolló este proyecto ejecutado por el cuerpo académico de diseño y manufactura el cual consiste en diseñar, fabricar y poner en marcha una máquina para la elaboración de artículos de limpieza (escobas y trapeadores). Este proyecto está conformado de varias etapas para su desarrollo, de acuerdo al plan metodológico; diseño mecánico de la máquina, fabricación y transferencia de tecnología.

El objetivo de éste proyecto es diseñar y construir el prototipo una máquina para fabricar artículos de limpieza, el proyecto del cuerpo académico de diseño y manufactura consiste en diseñar, fabricar y poner en marcha una máquina para producir artículos de limpieza. El proyecto es una propuesta para crear oportunidades de empleo para personas de la ciudad de Valle de Santiago y su área de influencia, concretamente para las personas de las comunidades rurales, en las cuales hay un alto porcentaje de migración hacia Estados Unidos, así como escasas oportunidades de trabajo.

El cuerpo académico está integrado por profesores de la carreras de TSU en Mecánica y de Ingeniería en Metal Mecánica es por lo que el diseño mecánico incide directamente para obtener el diseño virtual del modelo de la máquina para su manufactura, puesta en marcha e incubación en talleres familiares, considerando con este diseño la contribución del ahorro en la adquisición de la máquina propuesta.

Para poder llevar a cabo este proyecto primero se tuvo que analizar lo ya existente en el mercado en máquinas para la fabricación de artículos de limpieza, primero para observar detenidamente el funcionamiento y las características de las máquinas para la fabricación de escobas y trapeadores, de que partes se componen, la seguridad que hay en ellas, el tipo de configuración del cual dispone, para de ésta forma empezar a generar ideas para poder hacer algo diferente que cumpla con el objetivo de la máquina, incluso pensar en una solución más económica para la realización de la cosedora de escobas, ya que es parte fundamental en la realización de las mismas.

Así mismo se trabajó en otra línea de investigación de manera colaborativa con miembros de otros cuerpos académicos para realizar un plan de comercialización y financiero que contenga los puntos esenciales para que sirva como guía y ayude a los nuevos comerciantes a establecer su negocio de manera idónea, mediante la realización de una investigación de factibilidad que permita detectar la oportunidad del producto en el mercado de Valle de Santiago, Celaya, Irapuato y Salamanca en aras de establecer talleres familiares de producción, detectando el mercado potencial al que se dirigirá el producto (escobas y trapeadores); obteniéndose otro artículo que también será presentado en este congreso de Cuerpos Académicos.

En conclusión en este trabajo se pretende optimizar el diseño estructural del equipo para elaborar artículos de limpieza (escobas y trapeadores), trapeadores en su primera etapa, así como la manufactura de un nuevo chuck para sujetar el bastón; obteniendo, el prototipo virtual del equipo en el software Inventor, la simulación y análisis del modelo virtual además de los planos de fabricación y el prototipo físico.

En este tratado se analizará el comportamiento de la estructura bajo condiciones de carga estática. Este análisis se realizó mediante la implementación del Método de Elemento Finito (MEF) en el software Inventor Profesional<sup>®</sup>.

Debido a que la estructura de un equipo con la configuración mostrada es un caso muy particular, no se tienen reportados estudios específicos en condiciones similares, de la misma manera en lo concerniente al diseño del chuck.

En cuanto a análisis de componentes de máquinas se han reportado trabajos similares, en la referencia [1] se utilizó el MEF para analizar la resistencia del bastidor principal de una cosechadora de caña, rediseñando su parte posterior y haciendo recomendaciones para reducir la masa sin sacrificar la resistencia. Así mismo se han reportado diversos estudios relativos al análisis de esfuerzos en chasis de vehículos de carga. En la referencia [2] utilizaron el MEF para realizar un estudio de esfuerzos y deformaciones de forma estática, así como un estudio de frecuencias y modos propios. Por otro lado, se han reportado resultados de un estudio dinámico de un semirremolque de servicio pesado, [3], en donde se practicó primero un análisis estático de la estructura del chasis: deformaciones, y desplazamientos, esfuerzos y factor de seguridad para dos estados de carga.

### **3.1 Metodología**

Para el diseño y análisis de la estructura se propusieron tres alternativas evaluadas a partir de criterios tales como: el comportamiento estructural de la misma por medio del Método de Elemento Finito mediante la implementación en el software Autodesk Inventor 2013, operatividad del sistema para el ensamble de componentes y factibilidad económica. Estas configuraciones nos permitirán conocer las características de cada modelo propuesto para su análisis y decisión final.

Alternativas: La construcción del modelo se realizó teniendo como insumos las características geométricas de diseño de los elementos internos del equipo, tales como: la transmisión, ejes, motor y resultantes en la fase de diseño detallado. En la Figura 3 se muestra el modelo del equipo terminado.

**Figura 3** Modelo completo

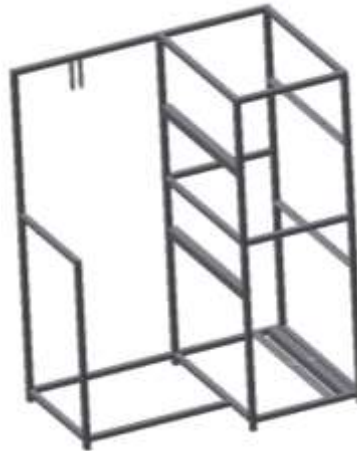


Alternativa 1: Estructura conformada únicamente por PTR estructural de 2" x 2" x 3/16". Se planteo así debido a detalles constructivos, espesores de chumaceras y por datos tomados de un equipo similar ya construido y que está en operación en una fábrica familiar. El peso de este chasis es de 70.94 kg.

**Figura 3.1** Alternativa 1



Alternativa 2: Disminución del tamaño del perfil estructural de forma drástica a PTR de 1" x 1" x 3/16", y en los tirantes de soporte para las chumaceras se propuso ángulo de 1.5" x 1.5" x 3/16". De forma adicional también se suprimieron tirantes de refuerzo en la parte frontal y posterior, dejando solamente 1. El peso para esta propuesta es de 30.22 kg.

**Figura 3.2** Alternativa 2

Alternativa 3: Consideración de materiales similares a los de la alternativa 2, de forma adicional se suprimió los elementos superiores de la estructura debido a que no estarán soportando cargas elevadas. En esta sección del equipo se implementará una plataforma de madera, solo con el propósito de utilizarla para poner materiales ligeros durante el trabajo: Pinzas, pabilo, clavos, martillo, etc. También se redujo el tamaño del soporte inferior del eje 1 a un ángulo de 1" x 1" x 3/16", para el cual se utilizarán chumaceras más estrechas. El peso para esta estructura es de 28.52 kg.

**Figura 3.3** Alternativa 3

Consideraciones iniciales: Los elementos del ensamble son perfiles en acero estructural ASTM A 36, el cual tiene como propiedades:

Esfuerzo de fluencia: 248 MPa

Resistencia última a la tensión: 400 – 551 MPa

% de elongación en 8" min: 20

Módulo de elasticidad: 200 MPa

Densidad: 0.00000785 kg/cm<sup>3</sup>

Todas las uniones son soldadas con soldadura E6013.

Se realizará un análisis bajo carga estática.

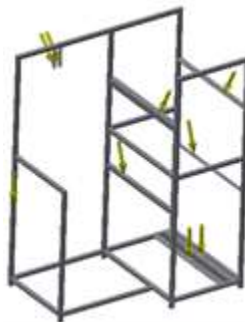
En la Tabla 3 se indican los valores nominales de carga determinados en base a una memoria de cálculo y en la Figura 3.4 se muestra la ubicación de las mismas.

**Tabla 3** Valores de carga soportados por el chasis

Componente	Masa, kg	Fuerza, N
Motor	94	922.14
Transmisión primera fase	157	1540.17
Transmisión segunda fase	312	3060.72
Tensor alambre	150	1471.5

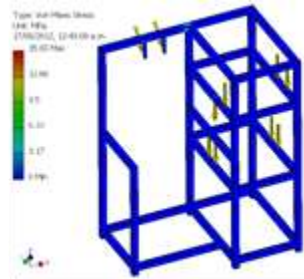
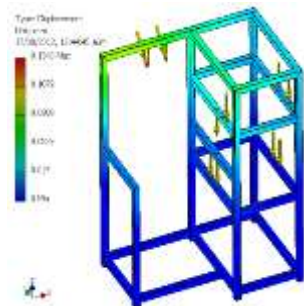
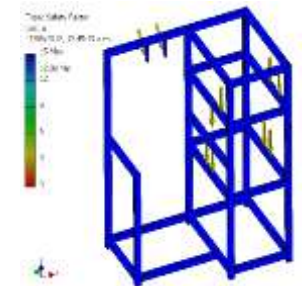
Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.4** Cargas



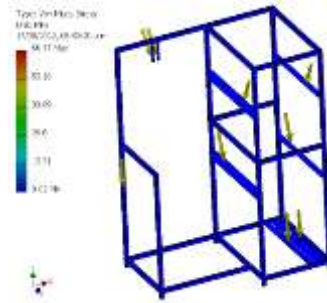
Los resultados obtenidos para la primera propuesta se muestran a continuación:



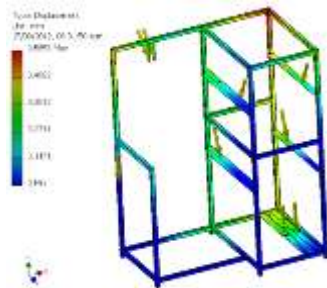
**Figura 3.5** Esfuerzos de Von Mises**Figura 3.6** Desplazamientos**Figura 3.7** Factor de seguridad

Para la segunda alternativa se obtuvieron:

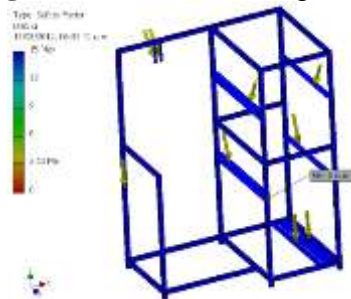
**Figura 3.8** Esfuerzos de Von Mises



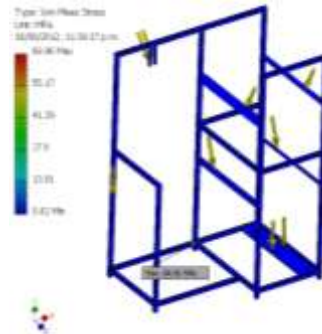
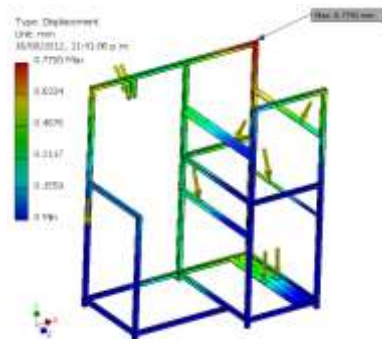
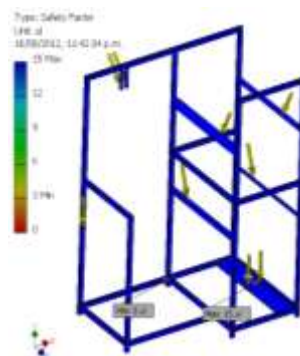
**Figura 3.9** Desplazamientos



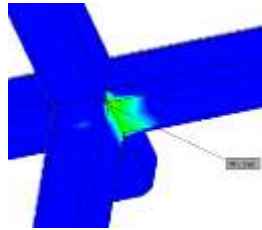
**Figura 3.10** Factor de seguridad



Para el análisis de la alternativa tres se muestran los resultados enseguida.

**Figura 3.11** Esfuerzos de Von Mises**Figura 3.12** Desplazamientos**Figura 3.13** Factor de seguridad

**Figura 3.14** Factor de seguridad en zonas críticas



#### Resultados preliminares:

Los resultados obtenidos muestran una distribución de esfuerzos de Von Mises muy conservadora para las tres propuestas, alcanzando valores máximos de apenas 68.96 MPa para la tercera alternativa y en todos los casos están por debajo del esfuerzo de fluencia, que es de 248.1 MPa para el acero estructural. Esto permite asegurar que ambas estructuras son seguras durante su operación para carga estática.

En cuanto a los desplazamientos, los máximos son de 0.77 mm en la parte superior para la alternativa 2, lo que representa aproximadamente el 0.8 %, muy por debajo de la permisible que es del 20%.

El factor de seguridad mínimo se presenta para la alternativa número 3 con un valor de 3, y de 3.1 para la alternativa 2, sin embargo se de 13 para la propuesta 1 y se ubica en la zona próxima a los apoyos en la parte inferior. Se considera que en la alternativa 3 se tienen mejores resultados, los cuales mejoraron incluso quitando elementos estructurales a partir de la alternativa 2.

Con base en los resultados se dictamina que el diseño propuesto en la alternativa 3 es más factible para su implementación y con el cual se tendrá también un ahorro considerable en peso de más de 50 % respecto de la primera.

**Diseño del chuck:** En lo que respecta al diseño del chuck, el cual sujeta el bastón (diámetros de 1" y 7/8") al momento de girar ayuda al amarre del pabilo o de las cerdas, se analizó la oportunidad de diseñar y maquinar un herramental que facilite su fabricación y con ello el precio de su elaboración. El chuck convencional esta maquinado internamente de tal manera que se incruste un sistema de resortes que le permitan sujetar el bastón a través de un juego de mordazas, las cuales don accionadas por un pedal.

El diseño del chuck propuesto consta de un opresor que al girarlo sujeta el bastón sin importar el diámetro en cuestión, evitando con ellos el juego de resortes y maquinado de mordazas, además, debido a que las revoluciones de trabajo necesarias son bajas (una revolución en cinco segundos), no se presentan fenómenos de desbalanceo que perjudiquen el amarre del bastón con el pábilo o policlean, según sea el caso.

Maquinado de chuck: El chuck se fabricó de un acero 1018 que es un acero de bajo - medio carbono, buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado Para componentes de maquinaria ver figura 3.15.

**Figura 3.15** Material considerado a maquinar



El procedimiento consistió en maquinar el chuck en tres partes: la punta, cuerpo y rosca. La pieza para su maquinado se secciono en dos partes con la finalidad de efectuar maquinados internos simples como se puede visualizar en la figura 3.16.

**Figura 3.16** Vista del maquinado de piezas



Para el ensamble del chuck fue necesario emplear una barra de 1" de diámetro para el centrado de los componentes, evitando con ello el desbalanceo de las mismas al momento de ser soldadas ver figura 3.17.

**Figura 3.17** Centrado y soldado del chuck



En la figura 3.18 se presenta una imagen del chuck ya terminado con el opresor para la sujeción de bastones para uso doméstico e industrial.

**Figura 3.18** Montado del chuck



En la figura 3.19 se muestra la imagen de la máquina para la elaboración de artículos (trapeadores), considerando como materia prima el pábilo, el policlean o su combinación.

**Figura 3.19** Máquina forjadora de artículos de limpieza



### 3.2 Conclusiones

La importancia que representa una Institución Educativa de Nivel Superior como proveedora no solo de mano de obra calificada, sino también de proyectos que impacten a la sociedad a través de un beneficio social y económico debe ser una constante en los trabajos emprendidos por sus académicos y apoyados por las autoridades competentes.

De ahí la motivación de implementar equipos que representen una opción viable, funcional y económicamente, para el autoempleo en los nichos de familias con pocas o nulas oportunidades de trabajo. Considerando desde luego proyectos viables en cuanto a su transferencia y aplicación.

El presente trabajo muestra el análisis de dos componentes identificados que permitan eficientar la fabricación del equipo para la fabricación de artículos de limpieza (trapeadores en su primera fase); la estructura y el chuck. En ambos análisis se ha logrado disminuir la inversión de fabricación y maquinado de estos dos componentes.

Para el caso de la estructura como se pudo visualizar en los resultados, se logró disminuir el calibre de los materiales que la integran sin afectar su resistencia, disminuyendo además su peso en más de 50 kg con respecto a la máquina convencional.

De igual manera el diseño propuesto para el maquinado del chuck, representa una actividad de maquinado más simple que la empleada convencionalmente. Las modificaciones propuestas constituyen en números, una disminución en costo neto de este tipo de máquinas de más \$5,000.00.

### 3.3 Referencias

R.E. Cingualbres y E. Gómez, “Análisis Numérico-Experimental del Bastidor Principal de la Cosechadora de Caña KTP-2M”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Universidad Agraria de la Habana, Cuba, 2008.

T. Han Fui, R. Abd. Rahman, “Statics and dynamics structural analysis of a 4.5 ton truck chasis”, Jurnal Mekanikal, No. 24, pp. 56-57, Dec. 2007.

G. Franck, S. Gennaro, B. Lonardi, J. Eichhorn y A. Bruno, “Análisis dinámico de un chasis de semirremolque de servicio pesado”, Mecánica Computacional Vol XXVIII, pp. 503-517, Argentina, 2009.

## **El impacto de la globalización en la industria textil y su efecto en el empleo en la región centro sur del estado de Tlaxcala 1990-2011**

Cesar Saldaña, Celic Cárdenas, Sergio Muñoz, Gustavo Sánchez y Julio Becerra

C. Saldaña, C. Cárdenas, S. Muñoz, G. Sánchez y J. Becerra  
Universidad Politécnica. Av Universidad Politécnica No. 1, San Pedro Xalcaltzinco, Tepeyanco, Tlax. C.P.  
90199 Tel. (246) 465 1300 Copyleft 2011 Universidad Politécnica de Tlaxcala.  
cesar.saldana@uptlax.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.



## **Abstract**

This assignment it's about the context and the effects that are produced by globalization in the South Center Region of the State of Tlaxcala. It's objective consists on describing and analyzing the changes occurred in employment in the periods from 1990 to 2011 and its economic and sustainable impact on the entity.

This investigation is based in the regional economic principals of the development. It's based on the reflexion of the scenarios created (state, national, regional and sectorial) trough the methodology of change and participation to identify the problems that Textile industry suffers and its reduction on employment, income, population growth and environmental damage.

## **4 Introducción**

Desde el inicio de la industrialización de México hasta 1982, la industria nacional se mantuvo sobreprotegida por barreras arancelarias, normas que restringían la inversión extranjera, controles de precios, así como subsidios a algunas materias primas y a los energéticos. Al principio, el objetivo era ofrecer al sector industrial la oportunidad de crecer sin tener que competir en condiciones desventajosas con empresas o productores extranjeros y, simultáneamente, restringir la exportación de materias primas (agrícolas y mineras) no procesadas, con el fin de alentar su procesamiento dentro del país.

En año de 1985 marca el inicio de un profundo proceso de desregulación y apertura comercial que persiste. La eliminación de barreras al comercio y a la inversión extranjera ha tenido lugar en varias etapas:

- El Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT) en junio de 1986.
- Acuerdos comerciales con países europeos y de la Cuenca del Pacífico en el año de 1990 y el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), firmado con Canadá y Estados Unidos y que entró en vigor el 1 de enero de 1994.

Su importancia no sólo radica en el volumen del comercio que se efectúa con los Estados Unidos, sino también en las drásticas disparidades tecnológicas generando una competencia desleal entre ese país y el nuestro (Reyes, 2001).

El Estado de Tlaxcala no es la excepción, se encuentra en una transición hacia la globalización que afecta a la industria de la región por las desventajas comparativas en el comercio y por falta de innovación tecnológica, generando la disminución del empleo, de los ingresos así como una tendencia hacia el aumento de la pobreza y de las disparidades de desarrollo entre regiones afectando a la población Tlaxcalteca. A partir de esta situación, se examinan rasgos que caracterizan el comportamiento industrial en las regiones del Estado de Tlaxcala durante el periodo 1990-2000, 1990-2011 y 2000-2011.

En este trabajo se plantea como objetivo principal realizar un análisis de los factores estructurales que propician el desarrollo local y el papel que tiene la micro y pequeña empresa textilera del Estado de Tlaxcala, en el periodo de 1990-2011; como eje para promover el desarrollo regional. Los objetivos específicos q se trazaron son: I) Identificar y explicar las dimensiones económicas en las que los empresarios locales usan su capacidad para organizar los factores productivos locales con niveles de productividad suficientes para ser competitivos en los mercados; II) Identificar y explicar la dimensión política y administrativa en q las políticas territoriales permiten crear un entorno económico local favorable: protegerlo de interferencias externas e impulsar el desarrollo local. Asumiendo que las estrategias son un factor determinante en la promoción del desarrollo regional. III) Analizar los valores que las instituciones que sirven de base al proceso de desarrollo local, tomando como eje la micro, pequeña y mediana empresa textil, con base en un modelo de planeación regional.

Es importante puntualizar que los sectores económicos deben desarrollarse en un concepto global que maximice los beneficios que genera a la sociedad desde una perspectiva integral, la cual puede visualizarse dentro de la óptica del desarrollo sustentable (tecnológico, económico, político, social y ecológico) y ante estos retos y necesidades de la Industria Textil del Estado de Tlaxcala, no puede quedarse en el rezago. Dentro de las políticas globales que enfocan al bienestar económico en un contexto conservador de los factores productivos, se observa la necesidad de un crecimiento de la industria desde una perspectiva sustentable, debido a que es la actividad principal de las regiones más desarrolladas de la entidad.

#### **4.1 Métodos**

La estrategia metodológica, que para efectos del presente trabajo se ha diseñado, se apoya en los cambios y evolución que genera el proceso de polarización en el estado de Tlaxcala, específicamente en la concentración de la población, empleo, ingresos, y empresas. Por tanto, atiende la problemática de las desigualdades territoriales del estado de Tlaxcala, situando en tres ejes la investigación.

El primero de ellos es la relación de los factores estructurales que proporciona el desarrollo local, se investigará en fuentes secundarias; el segundo revisará el crecimiento industrial (empleo e ingresos por actividad económica) de Tlaxcala a través de un análisis comparativo; el tercero es el análisis de la región Centro Sur y Centro Norte del Estado, especialmente de los municipios con mayor desarrollo y atraso económico, se utilizará el análisis de trabajo de campo; los ejes, proporcionarán el marco general para indagar en el contexto de seis criterios de estudio, el poblacional, económico sectorial, flujos comerciales, estructura productiva, ingresos y empleo.

Tipo de investigación: Esta investigación pretende ir más allá de la descripción de conceptos o fenómenos y de las relaciones entre las variables de estudio, por lo que su principal interés, es explicar por qué la tendencia económica actual, producto de la falta de una planeación territorial, que no permite el desarrollo de todos los espacios geográficos del Estado, lo que ha provocado desigualdades territoriales y a su vez bajos ingresos en Tlaxcala. Por lo consiguiente, se realizó un proceso de investigación exploratoria, basada en la revisión bibliográfica de trabajos de investigación en desarrollo regional, desarrollo polarizado, teorías de los polos de desarrollo, teoría de causación circular acumulativa y desarrollo endógeno para identificar las potencialidades de los municipios del estado y así generar estrategias que faciliten la reducción de las desigualdades de las áreas geográficas del estado. Es decir, la investigación es de tipo descriptiva, con un diseño no experimental, transversal y de campo.

Estimación de la técnica de análisis regional de cambio y participación: Cuando se analizaron las características del crecimiento de los factores de la economía en la Región Centro Sur del Estado de Tlaxcala (1990-2011) se utilizó el método de cambio y participación para poder determinar los cambios sufridos en la economía en cuanto a su crecimiento y estructura de los sectores y su participación en el Estado.

Es decir, el fundamento para la aplicación del análisis de cambio y participación está en su capacidad para determinar las desviaciones que experimenta una magnitud económica (en este caso el empleo) en una región y en un sector determinado frente a su crecimiento esperado derivado de la evolución de la economía nacional.

Esta técnica fue realizada por Harry S. Perloff, Edgar S. Dunn y Richard Muth, quienes la desarrollaron tratando de complementar las teorías de base económica analizando la dinámica de crecimiento de las áreas urbanas, lo cual se explicaría por las actividades básicas que producen para exportar fuera de su área y vienen a determinar el crecimiento de la ciudad, en la medida en que su expansión generaría el crecimiento de la economía urbana por la multiplicación de las actividades terciarias relacionadas con ellas. Esto genera diversas críticas que se dirigen a la atribución del crecimiento industrial urbano como derivación de las actividades básicas. Otros factores endógenos como: la oferta industrial regional o urbana, los cambios tecnológicos y comercialización son de vital importancia para el desarrollo del estado.

Mediante un análisis a través de información de un año inicial y otro final, se determina el crecimiento absoluto de la actividad sectorial o urbana en un período dado, ya sea en términos de empleo, producto o valor agregado sectorial, comercial o agrícola o industrial, expresándose de la siguiente manera:

$$e_j = E_{jt} - E_{j0} = (E_t / E_0) E_{j0} - E_{j0} \quad (4)$$

$$G_j = E_{jt} - E_{j0} = E_{jt} - E_{j0} \quad (4.1)$$

$$P_j = \sum_i [(E_{it} / E_{i0}) - (E_t / E_0)] E_{ij0} \quad (4.2)$$

$$D_j = \sum_i [E_{ij} - (E_t / E_0) E_{ij0}] = (P + D)_j - (P_j) \quad (4.3)$$

Donde:

$e_j$  = Efecto Estatal (componente de cambio neto)

$G_j$  = Efecto Regional (crecimiento del empleo regional total)

$P_j$  = Efecto Sectorial (Componente de cambio estructural “mezcla industrial”)

$D_j$  = Componente de cambio diferencial (competitivo o locacional)  $E_j$  = Empleo total en la región  $j$

$E$  = Empleo Estatal total

$0, t$  = Periodos de tiempo inicial y terminal

$i$  = Subíndice industrial

El primer componente indica al efecto Estatal en la estima el cambio en tamaño que se llevará a cabo, si el sector  $i$ , de la región  $j$ , hubiera crecido al nivel de la tasa del producto o empleo del mismo Estado.

El efecto Regional, refleja la dinámica que tiene cada sector de actividad en la región cuando se compara con el mismo sector a nivel Estatal o promedio Estatal.

El efecto sectorial, proviene del hecho de que a escala estatal de algunos sectores experimentan mayor expansión en alguna región que en otra, debido a que tiene una estructura económica especializada en estos sectores y mostraran cambios positivos, en tanto que las regiones que sufren una especialización en los sectores menos dinámicos sus cambios serán negativos.

El efecto diferencial, refleja la dinámica que tiene cada sector de actividad en la región cuando se compara con el mismo sector a nivel estatal o promedio estatal. Esta diversidad de crecimiento de una misma actividad en diferentes regiones proviene del hecho que ciertas regiones presentan condiciones más favorables que otras para la expansión de determinadas actividades.

## 4.2 Resultados

Recopilación y Concentración de las Actividades Industriales (1990-2011): Debe considerarse que, siendo el periodo en estudio bastante extenso, de casi 20 años, en él, la evaluación de la economía tlaxcalteca se caracteriza por su notable transformación. Por ello, en el periodo 1990-2011 se identifican dos fases del ciclo económico en la economía tlaxcalteca.

En la primera fase el crecimiento es más sostenido; durante la fase de auge la tasa de ~~crecimiento medio anual es más sostenida~~ y de mayor altura; la crisis impacta menos en la entidad, con excepción de 1994; y por último aparece que la entidad sufre una recesión mayor que la nacional en el año 2003 (Ornelas, 2005). La finalidad de describir el modelo de cambio y participación es importante conocer los cambios que ha tenido la actividad económica en la región centro sur del estado, como muestran los siguientes datos.

**Tabla 4** Estado de Tlaxcala población económicamente activa-ocupada de 1990

Región	Subsectores Industriales									Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Región Norte	98	0	12	570	47	0	0	0	0	727
Región Poniente	178	14	98	109	17	0	34	432	0	882
Región Oriente	197	21	133	207	13	0	82	0	0	653
Región Centro-Nor	1780	523	214	1272	87	987	798	789	265	6715
Región Centro-Sur	1748	171	6789	2876	107	4	221	97	9	12022
Región Sur	3998	19	3001	923	302	7	217	1402	96	9965
Total	7999	748	10247	5957	573	998	1352	2720	370	30964

Fuente: SEDECO, Directorio Económico (1990)

**Tabla 4.1** Estado de Tlaxcala población económicamente activa-ocupada de 2000

Región	Subsectores Industriales									Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	
Región Norte	114	3	23	1660	76	0	1	0	0	1877
Región Poniente	478	15	120	1407	28	0	54	687	1	2790
Región Oriente	1422	21	133	1419	13	0	82	0	1	3091
Región Centro-Norte	864	615	333	3617	107	104 6	104 1	742	323	8688
Región Centro-Sur	1810	261	3364	3820	123	2	272	113	7	9772
Región Sur	3008	19	3227	1529	408	13	281	501	118	9104
Total	7696	934	7200	1345 2	755	106 1	173 1	204 3	450	35322

Fuente: SEDECO, Directorio Económico (2000)

**Tabla 4.2** Estado de Tlaxcala población económicamente activa-ocupada de 2011

Región	Subsectores Industriales									Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Región Norte	36	0	14	570	16	53	0	0	0	689
Región Poniente	310	22	204	435	18	51	28	509	1	1578
Región Oriente	2156	0	111	2052	24	0	130	5	1	4479
Región Centro-Norte	34	490	407	3038	35	1065	1244	747	320	7380
Región Centro-Sur	1455	214	2414	3025	96	6	230	92	7	7539
Región Sur	2961	0	2336	3834	5	0	485	653	100	10374
Total	6952	726	5486	12954	194	1175	2117	2006	429	32039

Fuente: SEDECO, Directorio Económico (2011)

Subsectores: I.- Industria Alimentaria, II.- Industria de la bebida y el tabaco, III.- Fabricación de insumos Textiles, IV.- Fabricación de prendas de vestir, V.- Industria de la Madera, VI.- Industria del Papel, VII.- Industria Química, VIII.- Industria del plástico y hule, IX.- Industria metálica.

Cálculo de la técnica de análisis regional (Shift and Share análisis) de cambio y participación: En este apartado se analiza los principales cambios que tiene el empleo por el impacto de la globalización.

Para poder llevar a cabo esta tarea, se han considerado a las regiones del estado de Tlaxcala como unidades de análisis, y la base de datos de empleo del sector textil del directorio empresarial en los periodos 1990 al 2000 y 2000 al 2011.

Al obtener los resultados de la técnica de cambio y participación, se identificó inicialmente el posicionamiento del sector textil en la región centro sur del estado de Tlaxcala en el contexto estatal en el periodo de 1990 al 2000.

Sin embargo, Oropeza (2003) menciona que el tratado de libre comercio ha causado a la industria textil una recesión, por falta de innovación tecnológica y trabajo calificado. Este problema de competitividad del sector textil ha generado a nivel sectorial, regional y nacional la reducción de los ingresos y empleo en la región centro sur del estado de Tlaxcala (ver tabla 4.3 y grafico 4).

**Cuadro 4.3** Análisis de cambio y participación (shift-share) por subsector, 1990-2000

Subsector III									
Región	Número de Empleo					Tasa de Variación (%)			
	Efecto Estatal	Efecto Regional	Efecto Sectorial	Efecto Diferencial	Efecto Total	Efecto Estatal	Efecto Sectorial	Efecto Regional	Efecto Total
Región Norte	1.69	11.00	-5.26	14.57	22.00	14.07	-	121.41	91.67
Región Poniente	13.79	22.00	-42.93	51.14	44.00	14.07	-	52.18	22.45
Región Oriente	18.72	0.00	-58.27	39.55	0.00	14.07	-	29.74	0.00
Región Centro-Norte	30.12	119.00	-93.75	182.63	238.00	14.07	-	85.34	55.61
Región Centro-Sur	955.51	-	-	-	-	14.07	-	-20.71	-
		3425.00	2974.26	1406.25	6850.00		43.81		50.45
Región Sur	422.37	226.00	-	1118.36	452.00	14.07	-	37.27	7.53
			1314.74				43.81		

Fuente: Elaboración propia (2011)

**Grafico 4** Análisis de cambio y participación de la región de Tlaxcala en el periodo de 1990 al 2000 del subsector textil



Fuente: Elaboración Propia (2011)

Para el periodo del 2000 al 2011 el posicionamiento de la industria textil en el estado se pierde debido a la crisis que se enfrentaba en el periodo de 1990 al 2000. Sin embargo, la región centro sur no reduce tanto el empleo como la región norte siendo esta la actividad principal de la región de Tlaxcala (ver tabla 4.4 y grafico 4.1).

**Tabla 4.4** Análisis de cambio y participación (shift-share) por subsector, 2000-2011

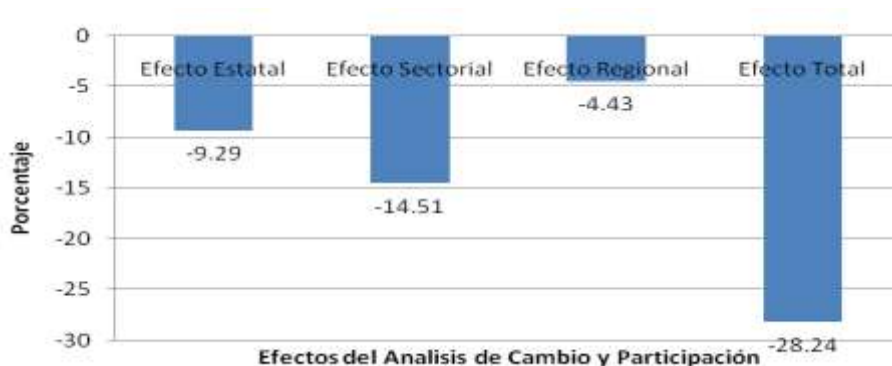
Subsector III								
	Número de Empleo				Tasa de Variación (%)			
	Efecto Estatal	Efecto Sectorial	Efecto Diferencial	Efecto Total	Efecto Estatal	Efecto Sectorial	Efecto Regional	Efecto Total
Región Norte	-2.14	-3.34	-3.52	-9.00	-9.29	-14.51	-15.32	-39.13
Región Poniente	-11.15	-17.41	112.57	84.00	-9.29	-14.51	93.81	70.00
Región Oriente	-12.36	-19.30	9.66	-22.00	-9.29	-14.51	7.26	-16.54
Región Centro-Norte	-30.95	-48.32	153.27	74.00	-9.29	-14.51	46.03	22.22
Región Centro-Sur	-312.67	-488.15	-149.18	-950.00	-9.29	-14.51	-4.43	-28.24
Región Sur	-299.93	-468.27	-122.79	-891.00	-9.29	-14.51	-3.81	-27.61

Fuente: Elaboración personal, datos del directorio empresarial (2011)



La tabla 4.4 muestra la reducción de 9.29 por ciento del empleo a nivel estatal y a su vez, el nivel regional tiene una pérdida del empleo de 4.4 por ciento, esto quiere decir, que la empresa se encuentra en recesión. Sin embargo, tiene una pérdida menor que a nivel sectorial y nacional. Para Carrillo (2005) afirma que la industria textil se encuentra en recesión, generando desempleo debido a la falta de variedad del producto y de innovación tecnológica a nivel regional.

**Grafico 4.1** Análisis de cambio y participación de la región de Tlaxcala en el periodo 2000 al 2011 del subsector textil



Fuente: Elaboración personal, datos del directorio empresarial (2011)

### 4.3 Discusión

Por otro lado, este análisis se basa en tres escenarios en el periodo de 1990 al 2000, 2000 al 2011 y son los siguientes:

a) Efecto estatal, este escenario permite conocer la reducción del 20.7 por ciento del empleo del sector textil de la región centro sur. Sin embargo, el estado tiene un crecimiento del 14 por ciento del empleo. Esto representa que la industria textil de la región se encuentra en una recesión, debido a que existen desventajas con la industria del estado. Según Gallegos (1995), hace una afirmación del problema que enfrenta la industria textil, es la falta de capital financiero, bajos costos de mano de obra, falta de estrategias de comercialización de los diferentes productos y falta de innovación tecnológica que las empresas del exterior de la región tienen para competir en el mercado. Esta recesión que se encuentra la industria textil le afecta directamente a la población en los aspectos de empleo e ingresos. Para el periodo del 2000 al 2011 la industria textil del estado se encuentra en una crisis profunda reflejada en la reducción del empleo.

b) Efecto sectorial, refleja que el sector textil del estado tiene una severa crisis que produce una reducción del 43 por ciento del empleo, generando un desplazamiento a otros sectores como la fabricación de prendas de vestir, industria alimentaria e industria química. Por tanto, estos sectores emplean a trabajadores no calificados y sus sueldos son relativamente bajos, afectando el desarrollo del estado y la región (Carrillo, 2005).

c) Efecto Regional, este contexto deslumbra una reducción en el empleo del 20.7 por ciento del sector textil en la región. Para Gómez (1996) sostiene que la industria textil se encuentra en una crisis debido al aumento de empresas extranjeras en los mercados nacionales, generando paros técnicos o el cierre definitivo de este sector, afectando a los habitantes de los municipios de Apetatitlán, Chiautempan, Contla, Tlaxcala y Santa Isabel Xiloxoxtla.

Por último, es importante mencionar el impacto sustentable donde se observan, severos daños ecológicos en el estado de Tlaxcala debido a la relación que existe entre empleo industrial y crecimiento poblacional. Según Flores (1996) menciona que el desarrollo industrial crea aglomeración de habitantes en las áreas geográficas por la generación de empleos y a través del tiempo se consolidan las ciudades propiciando el abuso indiscriminado de recursos naturales. El gobierno del estado de Tlaxcala debe de poner especial atención al crecimiento de los sectores económicos para regular y fomentar el desarrollo sustentable, sobre todo considerando que la industria textil es altamente contaminante por el tipo de tinte y procesos que maneja.

#### **4.4 Conclusiones**

La dinámica regional registrada en el pasado junto a los cambios en políticas económicas e industriales impactaron en forma negativa a los subsectores y regiones que conforman el estado de Tlaxcala. En particular, el subsector textil de la región centro sur del estado, esta diferencia se presenta en un primer periodo (1990-2000) con un mayor dinamismo en generación de empleo que en el segundo periodo (2000-2011) debido al tratado de libre comercio con América del Norte. La política comercial orientada hacia la liberación se estima en forma clara durante el año de 1990, principalmente en la región centro sur, en donde se transforma significativamente al paisaje industrial. Del mismo modo, se aprecia la concentración de mano de obra en grupos industriales de textiles en un 56.47 por ciento (6789 personal ocupado), maquiladoras en un 23.92 por ciento (2876 personal ocupado) y por último la industria alimentaria en un 14.54 por ciento (1748 personal ocupado). Vale destacar el dinamismo productivo de la región centro sur del estado si se considera que, el 38.8 por ciento del empleo lo genera esta región, y el 32.1 por ciento la región sur, este incremento se ve reflejado en la aglomeración poblacional de estas zonas, trayendo como consecuencia un aumento en la explotación de los recursos naturales mismos que sirven de insumos de los sectores económicos, generando impactos ecológicos negativos en los ecosistemas debido a la urbanización.

Es importante puntualizar que existió un cambio significativo en la concentración de la población ocupada en el año 2000. Por lo tanto, la fabricación de prendas de vestir se comportó en un 39.09 por ciento (3820 personas ocupadas), la industria textil se comportó en un 34.4 por ciento (3364 personal ocupado), y la industria alimentaria en un 18.52 por ciento (1810 personal ocupado).

Se debe señalar el dinamismo productivo de la región centro sur del estado si se considera que, el 27.66 por ciento del empleo lo genera esta región y el 25.77 por ciento la región sur. Para el año 2011 se confirman los cambios debido a la integración con los mercados mundiales (globalización) a través del TLCAN afectando a subsectores de la región centro sur del estado y principalmente al subsector textil con un comportamiento de 32 por ciento (2414 personal ocupado).

La comparación de las variaciones y efectos de cada periodo muestran un cambio del empleo a nivel estatal de 14 por ciento para el periodo de 1990 al 2000, y reducción de 9.2 por ciento de empleo para el periodo de 2000 al 2011.

Sin embargo, si se compara la variación que se tiene en el periodo de 1990 al 2011, existe una reducción del 3.4 por ciento del personal ocupado. Coexiste una reducción del empleo en el subsector textil de 43.8 por ciento, para el periodo de 1990 al 2000; y se incrementa a un 49.9 por ciento el empleo al ampliar el periodo de 1990 al 2011. Sin embargo, si se retoma otro corte de tiempo (periodo 2000 al 2011) y se compara la variación del empleo, se tiene una pérdida de la población ocupada del 14.5 por ciento.

Por lo tanto, el nivel de empleo regional del subsector textil es del 20.7 por ciento para el periodo de 1990 al 2000, y para el periodo de 2000 al 2011 se tiene una pérdida del empleo del 4.4 por ciento. La actividad económica del subsector textil sufre una recesión, afectando al personal ocupado de la región centro sur del estado de Tlaxcala, esto debido a la política neoliberal (libre mercado) y el impacto de la globalización en todo los sectores productivos del estado y del país.

Sin embargo, se han consolidado las ciudades (urbanización) debido al proceso de la transición del sector secundario al sector terciario, aumentando la demanda de recursos naturales. En términos de desarrollo sustentable es importante mencionar la necesidad imperante de diseñar un plan de desarrollo industrial encaminado a las directrices que enmarcan el cuidado de los recursos naturales, lo que implica: El uso de procesos alternativos que optimicen la explotación de recursos para el funcionamiento de los sectores económicos; la creación de un mecanismo que permita la distribución equitativa de los beneficios generados por el subsector, que permee dichos beneficios a todos los agentes económicos y la regulación en términos normativos de los impactos ecológicos derivados de los procesos productivos dentro del subsector.

#### 4.5 Referencias

Carrillo Mario M. (2002). Estudios Regionales En México de Teoría y Evidencias

Empírica: Desarrollo Regional, UNIPUEBLA, Puebla, México.

Carrillo Mario M. (2005). La Mano de Obra para el Desarrollo de Tlaxcala, 2003-2005, Vol. II, El Colegio de Tlaxcala, SEPUEDE, CONACYT, Tlaxcala, México.

Flores González Sergio (1995). Desarrollo Regional y Globalización Económica, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Gallegos Nazario (1998). Promoción de la Industrialización en el Estado de Tlaxcala, UNAM, México, México.

Gómez Moisés (1988). Breve Historia de las Doctrinas Económicas, Esfínger, México, México.

Gómez Jorge (1996). La Industria y los Talleres Textiles en Tlaxcala, UNAM, México, México.

Oropeza Arturo (2006). China: Entre el Reto y la Oportunidad, UNAM, CARI, México, México.

Ornelas Jaime (2005). El siglo XX Mexicano: Economía y Sociedad I, Benemérita

Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Reyes Guadalupe (2001). Estructura socioeconómica de México, Nuevo Rumbo, México, México.

SEDECO (2011). Directorio Empresarial 1990, 2000 y 2010, Gobierno del estado de Tlaxcala, Tlaxcala, México.

## **Enfriamiento evaporativo con desecante, estado del arte**

Luis Dibene & Ramón Flores

L. Dibene & R. Flores

Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, Blvd. Nuevo Vallarta No. 65 Poniente, Nuevo Vallarta, Nayarit, 63732. México.

Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara, Camino a San Isidro Mazatepec Km 4.7 Santa Cruz de Las Flores, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 45360. México

rflores@utzmg.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

This article aims to present a review of the development and application of technologies focused on thermally activated desiccant cooling, and analyzes the state of rotary desiccant dehumidification and air conditioning in the following two aspects: optimizing the system configuration and the use of solar energy and other sources of low quality heat, such as solar energy, heating, waste heat and bioenergy.

## **5 Introducción**

El confort en el interior de una oficina o una casa es hoy en día indispensable para el ser humano, sobre todo en climas cálidos y húmedos, donde los equipos de aire acondicionado llegan a consumir hasta el 70% del total de la energía eléctrica de alta demanda que requieren los edificios . Casi todos ellos funcionan por medio del sistema mecánico por compresión de vapor.

Actualmente se ha logrado mejorar la eficiencia de los equipos que utilizan dicho sistema y con un menor daño al ambiente, pero el consumo aun es excesivo, lo que involucra la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera y otras sustancias que contaminan.

Para ahorrar energía en el aire acondicionado se puede optar por una o la combinación de las siguientes soluciones posibles:

Acondicionar los espacios para un menor uso de la energía, mediante tipos de materiales aislantes y técnicas de arquitectura bioclimática.

Generar energía eléctrica a partir de fuentes no contaminantes.

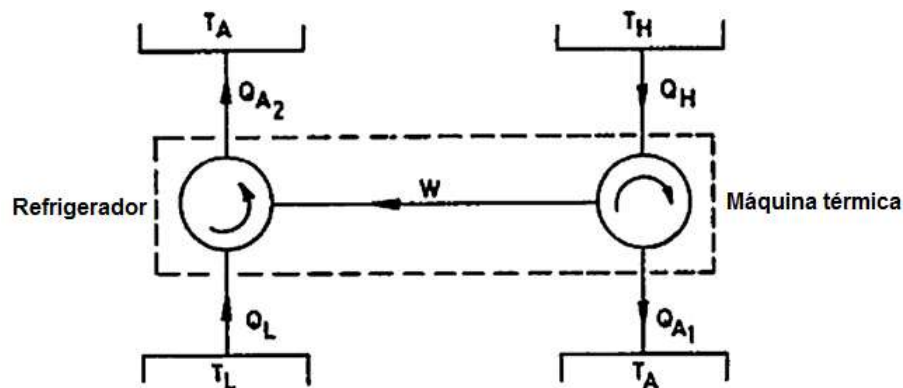
Utilizar equipos que no consuman energía eléctrica o sea mínimo su uso, como los Sistemas Activados Térmicamente por fuentes alternativas. Una opción es el sistema de enfriamiento evaporativo con desecante, el cual utiliza energía térmica de baja calidad, su refrigerante es el agua y puede ahorrar hasta un 50% en energía eléctrica (Henning HM., 2001).Combinaciones de las anteriores: Una opción es utilizar equipos que no consuman energía eléctrica o sea mínimo su uso, como los Sistemas Activados Térmicamente por fuentes alternativas.

## 5.1 Desarrollo

Los sistemas de aire acondicionado alternativos que utilicen materiales, procesos y recursos energéticos alternativos pueden tener un enorme impacto en el consumo de energía de los edificios (IPCC, 2008). Los sistemas de enfriamiento térmico que pueden ser operados a través de energía térmica de baja calidad directamente son opciones importantes para el enfriamiento de los edificios. Con ellos, la energía solar puede ser aprovechada para tales propósitos. La principal ventaja de esos sistemas es que la carga de enfriamiento está en fase con la radiación solar disponible. De este modo, durante el verano, coincide una alta carga térmica con una alta radiación solar disponible.

Se entiende al enfriamiento térmico a aquel en el cual se aplica energía calorífica para producir el efecto de enfriamiento (Grossman, 2002). Sin embargo, ya que las tecnologías son muy variadas en sus principios de funcionamiento y los requisitos de calor, algunas tecnologías de refrigeración térmica tienen aplicaciones limitadas. La ventaja principal del sistema de enfriamiento térmico o del sistema operado térmicamente contra la refrigeración por compresión de vapor es la aplicación de energía térmica directa para el funcionamiento del sistema. En este tipo de sistemas se puede usar energía térmica de baja calidad para operar el sistema. Además de lo mencionado con anterioridad, se pueden usar diversas fuentes de energía para activarlos, tales como el calor desperdiciado de procesos y otros. El concepto de refrigeración térmica es que la mayor parte de la energía necesaria para operar el sistema de refrigeración y proporcionar un efecto de enfriamiento se basa en la utilización de energía térmica. La figura 5 muestra el principio termodinámico general del sistema de enfriamiento térmico. El concepto está basado en la máquina de Carnot (Abrahamsson K, 1993). Sin embargo, el sistema de enfriamiento térmico utiliza energía eléctrica para la operación de ventiladores, bombas y sistemas de control.

**Figura 5** Principio termodinámico del sistema de enfriamiento térmico (Grossman G, 1981)

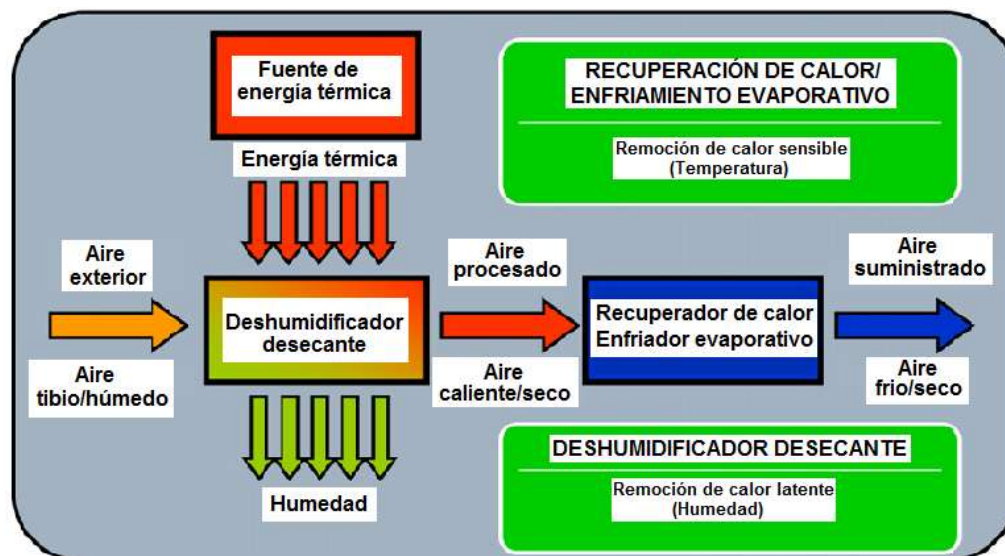


Desde el punto de vista termodinámico, el rendimiento del sistema depende de la temperatura de la fuente de energía térmica y de la temperatura del efecto de enfriamiento. El sistema se basa en las condiciones de temperatura ambiente. Por lo tanto, el rendimiento del sistema termodinámico se puede obtener sobre la base de las condiciones de temperatura del sistema en funcionamiento.

Los sistemas de aire acondicionado y de ventilación basados en desecante utilizan la capacidad de los materiales desecantes para remover el contenido de humedad del aire por procesos naturales -el proceso de sorción.

El proceso de sorción (adsorción y absorción) es una interacción entre las moléculas absorbentes y sorbato través de interacción intermolecular. Dado que los materiales desecantes tienen baja concentración de vapor de agua, la humedad del aire es atraída a la superficie de los materiales desecantes, debido a la diferencia de presión de vapor de agua entre el aire y la superficie desecante. Con el fin de que el material desecante pueda ser utilizado de nuevo, es necesaria la aplicación de energía térmica para remover el contenido de humedad del material desecante. La figura 5.1 muestra un diagrama del concepto básico de las tecnologías de enfriamiento con desecantes activadas térmicamente.

**Figura 5.1** Conceptos básicos y principio del enfriamiento con desecante



Mecanismo de remoción de humedad: Todos los materiales capaces de atraer la humedad son llamados desecantes. Desecantes comerciales mantienen entre el 10% de humedad (ASHRAE, 1989). Los desecantes comerciales capturan la humedad hasta que alcanzan el estado de equilibrio con el aire circundante e incluso algunos absorben más allá del contenido de humedad del aire.



La eliminación de la humedad del desecante puede hacerse ya sea por calor o por la reducción de la presión. En aplicaciones comerciales, el calentamiento es el método más preferido, mientras que para los procesos industriales, la reducción de presión es el preferido.

Los materiales desecantes pueden ser sólidos o líquidos: los desecantes sólidos y adsorbentes hidrófilicos son el gel de sílice, alúmina activada y las zeolitas con excepción del cloruro de calcio que es absorbente. Los adsorbentes sólidos hidrófobos comerciales son los carbones activados y ciertos óxidos metálicos, especialmente hidruros metálicos porosos y compuestos adsorbentes desarrollados. Algunos materiales desecantes son combinaciones de absorbente y adsorbente para mejorar sus propiedades físicas y su capacidad de sorción llamados compuestos.

El mecanismo básico de la sorción de humedad entre el aire y la humedad del material desecante es la diferencia en la presión de vapor de agua entre la superficie del desecante y del material. La absorción de la humedad del aire hacia el desecante es cuando la presión de vapor en el aire es más alta, la eliminación de vapor a partir del material desecante se realiza cuando la presión de vapor en el aire es menor que en el material desecante. Cuando la presión de vapor es la misma tanto en el aire y en el material desecante, la condición de equilibrio que se alcanza y se detiene el proceso de sorción. El único medio para hacer que el proceso de adsorción continúe es mediante el uso de fuerzas externas, tales como aumentar la presión de aire, disminuir la temperatura o por aplicar fuerza electromotriz artificial. El mismo procedimiento se aplica para la eliminación de la humedad del material desecante que se hace en sentido contrario.

Procesos de enfriamiento del aire: El aire, después de pasar por el material desecante está caliente y seco debido a la conversión del calor latente del aire en calor sensible, la liberación de calor de sorción en el caso del enfriamiento por desecante sólido, y el traspaso de calor desde el lado de regeneración hacia el lado del proceso. Hay varios procesos de enfriamiento de aire para la reducir el contenido de energía sensible del aire (temperatura). Los procesos naturales tales como el enfriamiento evaporativo, intercambio de calor con agua fría y la aplicación de las bombas de calor (sistema híbrido) se realizan por el aire.

Los sistemas más ampliamente utilizados para enfriar aire cuando se usa enfriamiento por desecante son los enfriadores evaporativos (Henning HM, 2001). Esos enfriadores se pueden aplicar directamente (adición de humedad) o indirectamente (uso de aire secundario para el intercambio de calor sensible con el aire primario). Hay muchos diseños y aplicaciones para el enfriamiento evaporativo directo. Por lo tanto, se aplica ampliamente en el sistema de enfriamiento por desecante. Otro método natural de enfriamiento del aire puede hacerse a través de intercambio de calor con agua fría subterránea

Debido a que son ventajosos en el manejo de las cargas de calor latente, todas estas tecnologías se han utilizado ampliamente. Especialmente, atraen más atención los sistemas de aire acondicionado con desecantes rotativos, que son compactos y menos sujetos a la corrosión y puede trabajar continuamente. Hasta la fecha, se han llevado a cabo estudios extensos sobre acondicionamiento de aire con desecante giratorio sobre la base de la simulación matemática (L. Y. Ge TS, Wang RZ, DaiYJ., 2008), el análisis termodinámico, la investigación experimental y la aplicación práctica. Una gran cantidad de sociedades académicas, institutos de investigación, universidades, empresas, etc., han participado en estos trabajos, y han sido alcanzadas mejoras significativas en el rendimiento del sistema, el coste y la fiabilidad. En la actualidad, la investigación continua y el desarrollo (I+D) que trabajan para la tecnología de acondicionamiento de aire con desecante giratorio se han dirigido a: (1) los materiales avanzados desecantes, (2) configuraciones de sistemas óptimos y las correspondientes aplicaciones prácticas

## 5.2 Resultados

Los materiales desecantes han desempeñado un papel crucial en el desarrollo de acondicionamiento de aire con desecante. Comúnmente los materiales desecantes utilizados incluyen carbón activado, alúmina activada, tamiz molecular, gel de sílice, cloruro de litio, cloruro de calcio, etc.

Dos principios fundamentales para la selección de materiales desecantes apropiados son:

(1) los materiales desecantes deben poseer gran cantidad de adsorción saturada y poder ser reactivados fácilmente

(2) el rendimiento de adsorción de los materiales desecantes deben acercarse al material de Tipo 1 M (Waugaman DG, 1993), que representa la forma óptima para aplicaciones de aire acondicionado.

Las investigaciones recientes sobre los desecantes sólidos generalmente constan de cuatro aspectos, a saber, la modificación de desecante convencional, desecantes naturales a base de roca, bio-desecantes (BeeryKE, 2001) y desecantes compuestos. Para la deshumidificación de los desecantes giratorios, los investigadores están buscando encontrar materiales desecantes que se acerquen al material de tipo 1M en su rendimiento de absorción (Waugaman DG, 1993), y se han identificado compuestos formados por sales porosas adsorbentes que pueden ser efectivas.

Clasificación de los sistemas desecantes: Los sistemas desecantes pueden ser: Sólidos, líquidos o híbridos.

El sistema basado en desecante sólido usa materiales sólidos para el secado removiendo el contenido de humedad del aire. Hay diferentes tipos de materiales de desecante sólido –silica gel, silicatos de titanio, cloruro de calcio, alúminas activadas, zeolita (natural y sintética), tamiz molecular, cloruro de litio, desecantes de base orgánica, polímeros y desecantes compuestos. La aplicación de estos materiales depende de los costos, condiciones de operación y la fuente de energía térmica (Grossman G, 1981).

El sistema basado en desecante líquido utiliza materiales desecantes líquidos para la remoción del contenido de humedad del aire. Los extensos materiales usados como desecante líquido son el cloruro de litio, bromuro de litio, cloruro de calcio y sustancias con base glicol. Algunos desecantes son corrosivos y requieren un manejo adecuado en su aplicación (Grossman G, 1981). Sin embargo, la principal ventaja del desecante líquido es la gran capacidad de remoción de humedad con bajos requerimientos de temperatura de regeneración.

El sistema en base híbrido está basado en ambos materiales desecantes sólido o líquido usados para la remoción del contenido de humedad del aire en conjunto con la aplicación del sistema de compresión de vapor con un enfriador de aire y regenerador de desecante. El sistema híbrido de enfriamiento con desecante sólido es usualmente una combinación del sistema de compresión de vapor y la rueda desecante giratoria (Sheridan JC, 1985). El condensador del sistema de compresión de vapor sirve como regenerador de la rueda desecante, mientras, el evaporador sirve como el enfriador de aire del aire procesado (después de la rueda desecante) (Jia CX, 2006). La principal ventaja del sistema híbrido es el manejo independiente de la energía latente del aire y la energía sensible contenida. En este caso, el rendimiento de compresión de vapor se incrementa debido a que solo maneja el contenido de energía sensible del aire mientras que el material desecante maneja el contenido de energía latente del aire.

La idea básica de acondicionamiento de aire con desecante es integrar las tecnologías de la deshumidificación desecante y el enfriamiento evaporativo en un solo equipo. Mientras que el primero adopta el agua como refrigerante y puede ser impulsado por energía térmica de baja calidad como la energía solar, la calefacción, el calor residual y la bioenergía, este último es una tecnología con costo cercano a cero. Esto indica que el aire acondicionado con desecante no sólo sería eficiente en consumo de energía y favorable al medio ambiente, sino también competitivo en costo, especialmente para las zonas cálidas húmedas y cálidas secas.

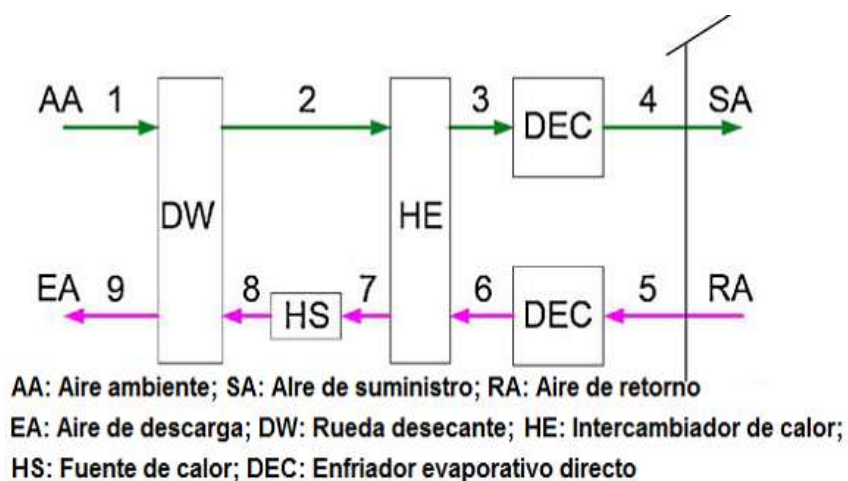
La primera patente en el ciclo de acondicionamiento de aire con desecante giratorio fue presentado por Pennington en 1955 (Pennington, 1955).

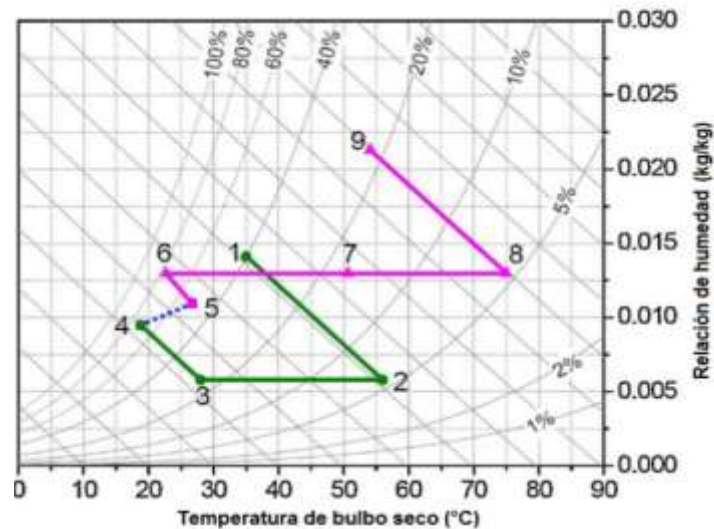
La figura 5.2 y grafico 5 muestra el ciclo de Pennington, también conocido como ciclo de ventilación, esquemática y psicrométricamente. Aire ambiente en el punto de estado 1 se adopta como aire de proceso y pasa a través de una rueda desecante (DW), donde se elimina la humedad y la temperatura se incrementa debido al efecto de calor de adsorción. Luego este aire caliente y seco se enfría sensiblemente del punto 2-3 en un intercambiador de calor (HE). Después, el aire de proceso se enfría por evaporación al estado de aire de suministro al pasarlo a través de un enfriador evaporativo directo (DEC). En el lado del aire de regeneración, el aire de regeneración en el estado 5 es enfriado y humedecido en otro DEC. Este aire es entonces sensiblemente calentado en el intercambiador de calor con el aire de proceso para preenfriar el aire de proceso y precalentarse a sí mismo. La corriente de aire tibio es entonces calentada desde el punto de estado 7-8 por la fuente de calor (HS). Después de la regeneración de la DW, el aire se descarga en el punto de estado 9.

Debido al efecto del calor de adsorción liberado durante el proceso de deshumidificación, la temperatura del aire de proceso se incrementa y su humedad relativa disminuye. Como resultado, la diferencia de presión de vapor, que en realidad es la fuerza impulsora para la deshumidificación, se reduce, y la capacidad de deshumidificación correspondiente se limita entonces. Debido a esto, una temperatura de regeneración mucho más alta es necesaria para obtener la capacidad de deshumidificación deseada, especialmente para climas húmedos. Para combatir este problema, la deshumidificación isotérmica es de gran importancia, ya que puede minimizar la irreversibilidad de la deshumidificación y enfriamiento del aire de proceso suficientemente (L. Y. Ge TS, Wang RZ, DaiYJ., 2008).

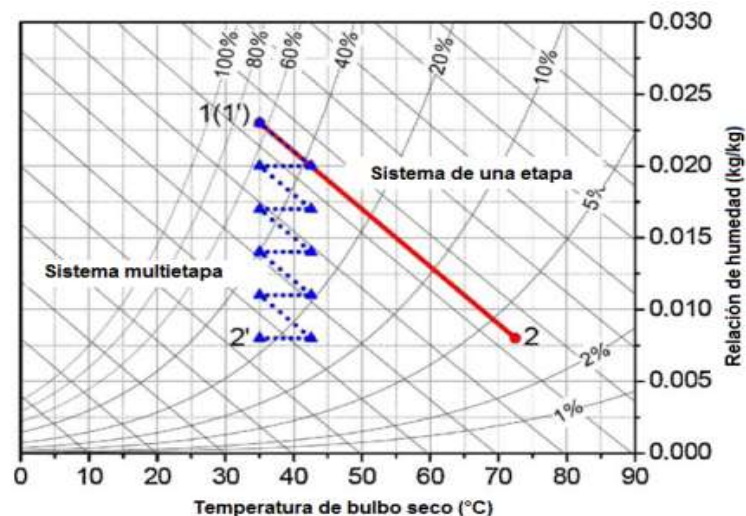
La idea básica es la siguiente: cuando el aire fluye alternativamente sobre ruedas desecantes infinitas e inter-enfriadas, su proceso termodinámico estaría cerca de ser isotérmico.

**Figura 5.2** Ciclo Pennington



**Grafico 5** Ciclo Pennington

En el grafico 5.1 muestra psicrométricamente el proceso de tratamiento de aire de un sistema ideal de múltiples etapas en comparación con un sistema de una sola etapa. Con otras condiciones sin cambios, la temperatura de regeneración de un sistema de enfriamiento con desecante ideal infinito de etapas múltiples sería el mínimo y el consumo de calor de regeneración se reduce a través de la adopción de inter-enfriadores. De este modo, tanto el rendimiento térmico como la aplicabilidad se podrían mejorar significativamente.

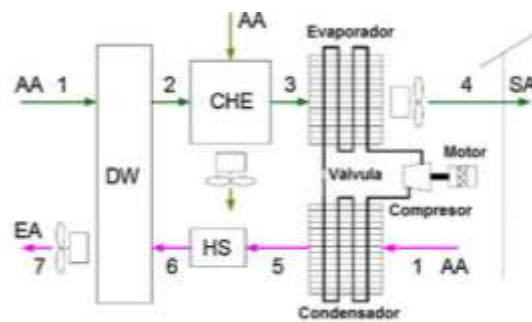
**Grafico 5.1** Comparación entre el sistema de una etapa y el de múltiples etapas en la carta psicrométrica

Muchas investigaciones teóricas sobre el sistema híbrido de acondicionamiento de aire con desecante se han llevado a cabo (Waugaman DG, 1993). Las actividades de investigación son principalmente acerca de Desecantes híbridos y unidades VAC.

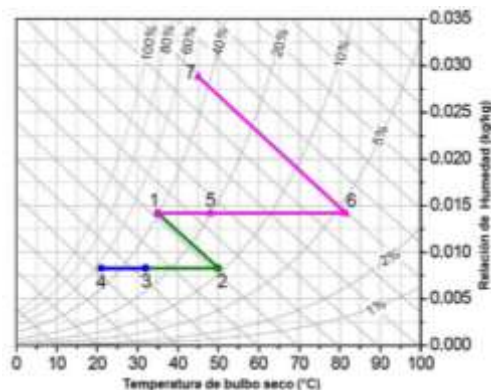
**Figura 5.3** Intercambiador de calor con desecante líquido: (a) un estado y (b) doble estado (Li Z, 2005)



**Figura 5.4** Sistema híbrido de enfriamiento con desecante (S. K. Li Y, Dai YJ, Zhong JH, Wang RZ., 2006)



**Grafico 5.2** Sistema híbrido de enfriamiento con desecante (S. K. Li Y, Dai YJ, Zhong JH, Wang RZ., 2006)



### 5.3 Conclusiones

El aire acondicionado con desecante rotatorio es una típica tecnología activada térmicamente, que principalmente consume fuentes de calor de baja calidad como la obtenida en colectores solares planos, calefacción, calor residual, etc., lo que aliviará la demanda pico de electricidad causada por los sistemas tradicionales de aire acondicionado. Especialmente, sobre la base de los recientes avances en materiales desecantes y configuraciones del sistema.

Aplicaciones más y más prácticas se han realizado en todo el mundo. Materiales desecantes más ampliamente utilizados en el mercado, a saber, gel de sílice y cloruro de litio, están limitados por la capacidad de deshumidificación o problemas por la cristalización y la corrosión. Agentes desecantes compuestos combinan las ventajas de los desecantes existentes y superan estos problemas y han sido reconocidos como una mejor opción. Además, la reducción en la temperatura de regeneración y el incremento en la capacidad de deshumidificación en un amplio intervalo serán de gran beneficio para la utilización de calor de baja temperatura y expansión de la aplicación del aire acondicionado con desecante.

El sistema híbrido de aire acondicionado con desecante es el más investigado debido a que integra las ventajas de sistema de deshumidificación desecante y el aire acondicionado frente a otros sistemas, menor tamaño del sistema y mejora el rendimiento del sistema significativamente; El aire acondicionado con desecante que produce tanto aire seco como agua fría es una tecnología novedosa.

Los materiales desecantes se utilizan para aplicar el aire acondicionado con las siguientes ventajas cuando (ASHRAE, 1989):

- (1) La carga latente es mayor en comparación con la carga sensible.
- (2) El costo de la energía para regenerar el desecante es menor cuando se compara con el costo de energía para deshumidificar el aire por enfriamiento cuando está por debajo del punto de rocío.
- (3) El control de nivel de humedad requerido en el espacio puede requerir enfriar el aire a temperaturas de punto de rocío bajo cero si la refrigeración por compresión fuera usada para deshumidificar el aire.
- (4) El control de nivel de temperatura requerido para el espacio o procesos requiere suministro continuo de aire a temperaturas bajo cero.

Por lo tanto, el funcionamiento del sistema de enfriamiento con desecante será más barato que el sistema de enfriamiento de compresión de vapor y el costo inicial es menor cuando las condiciones anteriores se cumplen. Además, los materiales desecantes tales como dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) absorben otros tipos de contaminantes presentes en el aire tales como bacterias y virus a través del proceso fotocatalítico. Con esto, el sistema de enfriamiento con desecante aumenta la calidad del aire sin un costo adicional de purificadores de aire en el sistema de compresión de vapor.

#### 5.4 Referencias

Abrahamsson K, J. A. (1993). Carnot comparison of multi-temperature level absorption heat cycles. *International Journal of Refrigeration*, 16, 240-246.

ASHRAE. (1989). *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers fundamentals*. Atlanta, Georgia.

Beery KE, L. M. (2001). Chemistry and properties of starch based desiccants. *Enzyme and Microbial Technology*, 28(7-8), 573-581.

Grossman G, J. A. (1981). Solar cooling and air conditioning. *Progress in Energy and Combustion Science*, 7, 185-228.

Grossman, G. (2002). Solar-powered systems for cooling, dehumidification and air conditioning. *Solar Energy*, 72, 53-62.

Henning HM, E. T., Hindenburg C, Santamaria IS. (2001). The potential of solar energy use in desiccant cooling cycles. *International Journal of refrigeration*, 24, 220-229.

IPCC. (2008, January 20-25). *Scoping meeting on renewable energy resources*, Lubeck, Germany.

Jia CX, D. Y., Wu JY, Wang RZ. (2006). Experimental comparison of two honeycombed desiccant wheels fabricated with silica gel and composite desiccant material. *Energy Conversion and Management* 47(15-16):, 2523-2534.

Li Y, Y. H. (2008). Investigation on solar desiccant dehumidification process for energy conservation of central air-conditioning systems. *Applied Thermal Engineering*, 28, 1118-1126.

Pennington, N. (1955). USA, Patent No. Sheridan JC, M. J. (1985). A hybrid solar desiccant cooling system. *Solar Energy* 34(2), 187-193.

Waugaman DG, K. A., Kettleborough CF. (1993). A review of desiccant cooling systems. *Journal of Energy Resources Technology*, 115(1), 1-8.



## **Estilos de vida de los estudiantes de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes**

Eucario Morales, Juan Marmolejo, Judith Esperanza y María Olayo

E. Morales, J. Marmolejo, J. Esperanza y M. Olayo  
Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Boulevard Juan Pablo II 1302, Ex Hacienda la Cantera, 20206  
Aguascalientes  
eucariomorales@hotmail.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

The following investigation was undertaken for the Universidad Technological de Aguascalientes, to know the values and lifestyles of students at the Universidad Tecnología Del Norte de Aguascalientes. The article describes the results obtained, also some of the reagents most representative. you can see the interests, activities and values of the student population in question.

## **6 Introducción**

Debido a la experiencia de dar clases en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes y la convivencia con los estudiantes de la misma, surge la inquietud de profundizar sobre sus estilos de vida y la diferencia que puede haber con la de otros estudiantes, de universidades similares, pero ubicadas en zonas más urbanizadas. El conocer más a fondo sobre el comportamiento del consumidor y los estilos de vida de un segmento específico nos facilita la toma de decisiones en ámbitos muy variados. Desde la generación de estrategias para el desarrollo de empatía alumnado-profesor, hasta el apoyo a los profesionales de la mercadotecnia en la definición de estrategias de promoción, producto, plaza y precio.

Las personas se separan en grupos con base en las cosas que les gustan, en la forma de pasar el tiempo libre y en la manera en que deciden gastar sus ingresos, pero el estilo de vida es más que la asignación de los ingresos: es una declaración sobre lo que uno es y sobre lo que no es en la sociedad. (Solomon, 2008).

Aguascalientes es un estado pequeño que cuenta con 11 municipios. Dadas las dimensiones de este, las distancias de los municipios a la capital son muy cortas y a pesar de que varios de estos municipios son considerados como poblaciones rurales, se tiene la hipótesis de que los jóvenes presentan estilos de vida de corte urbano. En el tiempo en que estuve laborando en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, en Rincón de Romos (ubicado a 35 minutos de la capital del estado) se logró percibir un estilo de vida similar a la de poblaciones más urbanas. Con este estudio se busca conocer más a fondo sobre los valores, actitudes y estilos de vida de estos estudiantes, para posteriormente, compararlos con poblaciones de estudio similar, ubicado en poblaciones urbanas.

Quienes estudian culturas y sociedades diversas lo hacen por una buena razón: la cultura explica una parte considerable de toda la conducta. Los estudios comparativos de culturas distintas suelen centrarse en las diferencias entre grupos, y refleja una curiosidad innata por nuestra propia unicidad. (Zaltman, 2004).

## 6.1 Metodología

Para conocer la información requerida se realizó una investigación de carácter descriptiva y gracias al apoyo de los alumnos de la carrera de Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes, se realizó un levantamiento CLT (en puntos de afluencia).

Más específicamente en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, esto a través del método de acopio de información: cara a cara. Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un instrumento de 46 reactivos, con escalas tanto ordinales como nominales. Para las preguntas se utilizaron técnicas de escalas comparativas y no comparativas. Dentro de las técnicas comparativas se usaron las escalas de orden de clasificación y suma constante. Por el lado de las técnicas no comparativas se usaron las escalas de Likert y diferencial semántico.

La técnica de muestro para determinar las unidades de estudio fue probabilístico en su modalidad de muestreo aleatorio estratificado.

El tamaño de la muestra fue de 313 casos con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de +/- 5%, de una población de 1945 estudiantes.

Posteriormente el análisis se realizó por medio de distribución de frecuencias en tablas y gráficas, todo esto apoyados en el programa SPSS.

## 6.2 Resultados

Los resultados arrojados del instrumento de investigación nos proporcionaron información relevante sobre los hábitos de los estudiantes.

En las tablas 6 y 6.1 se observa la hora promedio en que los estudiantes se despiertan cuando van a la universidad y la hora en que se van a acostar.

Estadísticos descriptivos:

**Tabla 6** Media de la hora en que se levanta para ir a la universidad

	Media	Desv. típ.
¿A qué hora te levantas para ir a la universidad?	6.53 A.M.	.772

Estadísticos descriptivos:

**Tabla 6.1** Media de la hora en que se acuesta cuando va a la Universidad al día siguiente

	Media	Desv. típ.
¿A qué hora te acuestas por lo general?	10.43 PM	2.585

Como podemos observar en promedio para ir a la universidad requieren de un poco más de una hora, para llegar a la universidad, considerando que entran a las 8 am.

**Grafico 6** Grafica que refleja el pasatiempo favorito



En el grafico 6 podemos apreciar los pasatiempos mas recurridos por los estudiantes, nos encontramos que el esparcimiento por internet es de vital importancia para los estudiantes, el salir a bares y antros aún son pasatiempos muy recurridos.

En la tabla 6.2 observamos los gustos musicales de los estudiantes.

¿Qué tipo de música sueles escuchar?

**Tabla 6.2** Tabla que muestra la música que suele escuchar

	F.	%
Ninguno en especial	9	2.9
Grupero	98	31.3
Rancheras	23	7.3
Norteñas Musica clasica	10	3.2
Pop ingles	18	5.8
Rock	34	10.9
Jazz Blues	55	17.6
Regetón	9	2.9
Pop español	1	.3
Otros	6	1.9
Total	29	9.3
	21	6.7

Y vemos una preferencia mayor al denominado género grupero, seguido en menor medida por el género rock. En la tabla 6.3 vemos la percepción que tiene los estudiantes sobre su tiempo de ocio a la semana, la mayoría tiene una percepción de que no tiene mucho tiempo para el ocio.

**Tabla 6.3** Tabla que muestra el tiempo disponible para actividades de ocio

	Frecuencia	Porcentaje
Menos de 3 horas	143	45.7
Más de 3 horas a 6 horas	54	17.3
Más de 6 horas a 9 horas	39	12.5
Más de 9 horas a 12 horas	62	19.8
Más de 12 horas a 15 horas	1	.3
Más de 18 horas a 21 horas	9	2.9
Más de 21 horas a 24 horas	3	1.0
Más de 24 horas	2	.6
Total	313	100.0

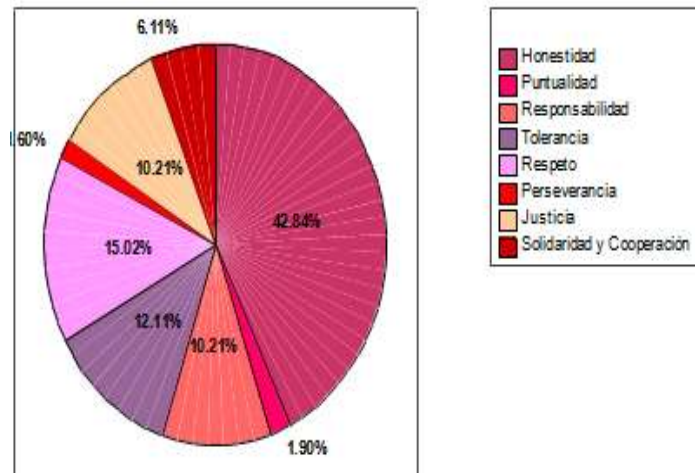
¿De cuánto tiempo a la semana dispones para realizar actividades de ocio?

En la figura se muestran, dentro de la escala de valores, cual es el más importante para los estudiantes, el 42% está de acuerdo en que la honestidad es el valor más importante.

¿Cuál es el valor más importante para ti?

Estadísticos: Porcentaje

**Grafico 6.1** Grafica que muestra el valor más mencionado, como el más importante



Honestidad Puntualidad Responsabilidad Tolerancia Respeto Perseverancia Justicia  
Solidaridad y Cooperación

### 6.3 Conclusiones

Gracias a este estudio conocimos un poco más sobre las actividades de los estudiantes de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes y por consecuencia los estilos de vida que predominan en ellos, sin embargo no tenemos los suficientes elementos para afirmar si estos estilos de vida se asemejan a los de universidades en poblaciones más urbanizadas, este estudio se realizó de manera simultánea con otras universidades con el objetivo de tener más información y así poder hacer un comparativo.

Pero por situaciones características de cada una de las universidades participantes, por el momento no se cuenta con la información, dando pie a presentar un futuro artículo donde se presente el comparativo de todas las universidades.

Aclarando que el levantamiento se realizó con el mismo instrumento y en las mismas fechas para todas las universidades participantes.

Este artículo fue concluido el 25 de febrero de 2013, en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes.

#### **6.4 Referencias**

Solomon. (2008). Comportamiento del consumidor. VII Edición. Pearson. México. Pag. 209.

Zaltman. (2004). Como piensan los consumidores. Urano. Barcelona, España. Pag. 194.

Malhotra (2008). Investigación de mercados. IV Edición. Pearson. México. Pag. 7.

Kinnear, Taylor (2004), Investigación de mercados. VI Edición. McGrawHill. Colombia. Pag. 232.

Fisher, Espejo (2004). Mercadotecnia. III Edición, Mc Graw Hill. D.F. México. Pag. 106.

Solomon, (2008). Comportamiento del consumidor. VII Edición. Pearson. México. Pag. 209.

Hawkins, Best, Coney (2004) Comportamiento del consumidor, construyendo una estrategia de marketing. IX Edición. McGrawHill. México. Pag. 411.

**Estudio de factibilidad para la implementación de un laboratorio de cómputo basado en software libre. Caso de estudio: División ingenierías de la universidad tecnológica de Bahía de Banderas**

Héctor García, Amparo Meza, José Ávila y Héctor Núñez

H. García, A. Meza, J. Ávila y H. Núñez

Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas. Boulevard Nuevo Vallarta #65 Nuevo Vallarta Nayarit. CP 63732

hsgr78@gmail.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.



## **Abstract**

The objective of the research was to analyze the possibility of implementing a computer lab using only free software on both the operating system and computer programs in which they can teach those subjects whose structure requiring the use of a software cover thematic units that constitute the Engineering Division of the Technical University of Banderas Bay located in the state of Nayarit.

The research design was qualitative since statistical data were not used because conclusions were made based on the information accessed on websites and articles by other researchers as well as e-book, we analyzed the physical characteristics of the equipment University computer to choose the free operating system that best suits the hardware and free software alternatives that perform the same functions as their counterparts in proprietary software and that in turn meet the requirements that each of the subjects taught in the Engineering Division which are information Technology, Renewable Energy and Industrial Maintenance

## **7 Introducción**

El contenido de esta investigación se centra en el objetivo de analizar la posibilidad de utilizar Software Libre tanto en el sistema operativo como en el software de aplicación en la enseñanza universitaria, específicamente en la carrera de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación, perteneciente a la División Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, ya que es una institución que pretende la sinergia de esa libertad con la comunidad estudiantil y dejar esa dependencia que conlleva el uso del algún software privativo.

Para ello, en la siguiente investigación se presenta en análisis y evaluación de la implantación de un laboratorio de cómputo multidisciplinario, donde se pretende que el equipo de cómputo sea manipulado con software libre, sustituir los programas privativos más comunes por alternativas libres y gratuitas.

La información para esta investigación será recabada de sitios Web de Universidades Españolas donde es muy común la utilización del Software Libre en la educación, así como portales de Internet oficiales de la Free Software Foundation y las diferentes fundaciones que auspician proyectos de Software Libre alrededor del mundo, además de artículos de investigación relacionados con el tema.

Es por ello que se pretende proponer una alternativa más a la enseñanza universitaria en México, en donde los alumnos conozcan una alternativa al software propietario, no solamente en el aspecto teórico si no en la parte práctica una de las razones de ser de una Universidad Tecnológica en donde su modelo educativo es 70% de habilidades prácticas y solo el 30% de teoría.

## 7.1 Método

Análisis de plataformas libres GNU/Linux: Para poder decidir los programas que deseamos reemplazar de los programas privativos, habrá de analizar cuál distribución de Linux es el más óptimo para el laboratorio de cómputo de la Universidad Tecnológica de Bahía de banderas. DistroWatch es un sitio web que compila noticias, enlaces con análisis, capturas de pantalla e informaciones de actualización, lanzamientos o desarrollos, y establece un ranking de popularidad, relacionando todo este conjunto de características a las distribuciones de los sistemas operativos GNU/Linux, BSD, Solaris y sus derivados. Además, alberga otras informaciones sobre aplicaciones libres y de código abierto. En su sección Page Hit Ranking, éstas son las tres distribuciones de mayor rating:

**Tabla 7** Tabla comparativa de características básicas de tres distribuciones Linux

Distribución	Propósito	Entorno de Escritorio	Arquitectura x86-64	Instalación Gráfica	Cantidad de Software disponible	Valoración
Ubuntu	Escritorio, servidor	Unity, GNOME	Si	Si	23000	9,2
Mint	Escritorio	GNOME, KDE, Xfce	Si	Si	20000	9,0
Debian	Propósito general	GNOME, KDE, Xfce o LXDE	Si	Si	23000	8,9

El resultado de la comparación en la Tabla 7, señala que estas tres distribuciones tienen las mismas características, y la diferencia se encuentra en la disponibilidad de software en la red haciendo a Ubuntu y Debian como los sistemas con más disponibilidad de software.

**Tabla 7.1** Tabla comparativa de requerimientos de hardware de cada distribución

Distribución	CPU	RAM (Mínimo)	RAM (recomendado)	Espacio en Disco duro (Mínimo)	Espacio en Disco duro (recomendado)
Ubuntu	Intel o AMD con Procesador x86-64 a 1 GHz	256 MB	512 GB, 1 GB	5 GB	10 GB
Mint	Intel o AMD con Procesador x86-64 a 1 GHz	256 MB	512 MB	5 GB	10 GB
Debian	Intel Pentium 1-4, Celeron, AMD Duron, Athlon, Sempron u Opteron	512 MB	1 GB	5 GB	10 GB

En la tabla 7.1 compara los requerimientos mínimos y máximos de hardware de cada distribución demostrando que tienen los mismos requerimientos.

Ubuntu es una de las distribuciones de Linux más populares y con más usuarios ya que se caracteriza por ser un sistema para principiantes o novatos en el mundo de Linux, por lo consiguiente, en la comunidad Ubuntu existen muchos desarrolladores y aplicaciones para esta plataforma. Ubuntu, en sus diferentes versiones, suelen tener un entorno del escritorio GNOME parecido al de Windows por lo que lo hace más fácil y amigable la migración de usuarios de un sistema a otro.

Análisis de software libre para las asignaturas del programa educativo de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación de la División Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas.

**Tabla 7.2** Tabla de unidades Temáticas de la Asignatura de ofimática

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre I			
Nombre de la asignatura:			
2.1 Ofimática			
Objetivo: Implementar aplicaciones de software mediante técnicas de programación y considerando los requerimientos de la organización para eficientar sus procesos.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
Procesador de texto	Entorno de trabajo del procesador de textos	Microsoft Office	LibreOffice Writer
	Configuración de página		
	Edición y formato de texto		
	Tablas		
Hoja de Calculo	Entorno de trabajo de la hoja de cálculo	Microsoft Excel	LibreOffice Calc
	Manejo del entorno		
	Hoja de cálculo		
	Funciones		
Editor de Presentaciones	Entorno de trabajo	Microsoft PowerPoint	LibreOffice Impress
	Crear estructura de una presentación		
	Personalizar presentación		

LibreOffice:Es una suite ofimática libre y gratuita, compatible con Microsoft Windows, Mac y GNU/Linux. Cuenta con un procesador de texto (Writer), un editor de hojas de cálculo (Calc), un creador de presentaciones (Impress), un gestor de bases de datos (Base), un editor de gráficos vectoriales (Draw), y un editor de fórmulas matemáticas (Math).

Una de las ventajas de LibreOffice es que tiene compatibilidad con archivos de Microsoft Office y una gran similitud en cuanto a sus características, por ejemplo: LibreOffice Cal que es el equivalente a Microsoft Office Excel, tiene la posibilidad de realizar funciones matemáticas y graficas en 2D.

**Tabla 7.3** Unidades temáticas de asignatura fundamentos de redes

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre I			
Nombre de la asignatura: 2.2 Fundamentos de Redes			
Objetivo: Implementar y realizar soporte técnico al equipo de cómputo, sistemas operativos y redes locales de acuerdo a las necesidades técnicas de la organización, para garantizar el óptimo funcionamiento de sus recursos informáticos.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
VI. Planificación, Cableado, Configuración y Verificación de una red	Selección de los dispositivos y sus Interconexiones con otros dispositivos.	Packet Tracer	Netkit
	Desarrollo de un esquema de direccionamiento.		
	Configuración de dispositivos.		
	Comprobación de la conectividad.		

Netkit:Es un entorno para la creación y realización de experimentos de redes a bajo costo y con poco esfuerzo. Esto permite "crear" varios dispositivos de red virtuales (de pleno derecho routers, switches, computadoras, etc) que pueden ser fácilmente interconectadas para formar una red en una sola PC. Netkit explota el software de código abierto (en su mayoría bajo licencia GPL ) y se basa principalmente en el User Mode Linux (UML), variante del núcleo de Linux.Las ventajas que un usuario puede encontrar usando Netkit, son las siguientes:

- Disponer de un interfaz de Usuario para poder realizar los diseños.
- El usuario no se debería de preocupar de cómo usar los comandos de Netkit para realizar topologías de red.
- Permite guardar las configuraciones de red para posteriormente recuperarlas en posteriores sesiones.

**Tabla 7.4** Unidades temáticas de asignatura metodología de la programación

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre I			
Nombre de la asignatura: 2.3 Metodología de la programación			
Objetivo: Implementar aplicaciones de software; mediante técnicas de programación y considerando los requerimientos de la organización; para eficientar sus procesos.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
III. Algoritmos y diagramas de flujo	Estructuras de control de selección	JCreator	Eclipse
	Estructuras de Repetición		

Eclipse IDE: Es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma. Eclipse fue desarrollado originalmente por IBM como el sucesor de su familia de herramientas para VisualAge. Eclipse es ahora desarrollado por la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que fomenta una comunidad de código abierto y un conjunto de productos complementarios, capacidades y servicios. Entre otras características nos encontramos con un potente editor de texto con la capacidad de resaltar sintaxis, así como también una compilación en tiempo real y soportes para (AWT/SWING), WEB (Servlets,jsp,ect) entre otros más.

**Tabla 7.5** Unidades temáticas de asignatura Base de datos

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre II			
Nombre de la asignatura: 2.4 Base de Datos			
Objetivo: El alumno realizará el diseño, creación y manipulación de bases de datos relacionales, acorde a los requerimientos establecidos, para la administración de la información.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
V. Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD).	Manipulación de una BD.	SQL Server, Oracle	MySQL, XAMPP
VI. Lenguaje de definición de datos (SQL-DDL).	Creación del esquema de una BD	SQL Server, Oracle	MySQL, XAMPP
	Modificación del esquema de una BD		
VII. Lenguaje de manipulación de datos (SQL-DML).	Consultas y Vistas	SQL Server, Oracle	MySQL, XAMPP
	Instrucciones de Actualización		

MySQL: Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. Por un lado se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso. Se recomienda descargar el servidor XAMPP. Es un servidor independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en la base de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl.

**Tabla 7.6** Unidades temáticas de asignatura de desarrollo de aplicaciones web

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre III			
Nombre de la asignatura:			
2.5 Desarrollo de Aplicaciones Web			
Objetivo: El alumno desarrollará un sitio y aplicaciones web con acceso a base de datos, para eficientar procesos en una organización.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
I. Fundamentos de sitios Web.	Lenguaje XHTML	Adobe Dreamweaver	BlueFish
II. Programación de una aplicación Web.	Fundamentos de programación Web	Adobe Dreamweaver	BlueFish
	Configuración del Entorno Web		
	Métodos de conexión de forma abierta		
	Métodos de conexión a datos usando directamente los drivers del proveedor.		
	Manipulación de datos a través de un programa		

BlueFish: Es un software editor HTML multiplataforma y con licencia GPL, lo que lo convierte en software libre. Este software está dirigido a diseñadores web experimentados y programadores y se enfoca en la edición de páginas dinámicas e interactivas. Es capaz de reconocer diversos lenguajes de programación y de marcas 10. Las características de BlueFish son:

- Ligero: Bluefish arranca utilizando un 40-45% de la memoria que necesitan otros editores.
- Rápido: Bluefish carga páginas completas en un segundo. Cierre automático de etiquetas para HTML y XML.

**Tabla 7.7** Unidades temáticas de asignatura de diseño gráfico

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre III			
Nombre de la asignatura:			
2.6 Diseño Gráfico			
Objetivo: El alumno desarrollará un sitio y aplicaciones web con acceso a base de datos, para eficientar procesos en una organización.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
V. Software y hardware para el diseño gráfico	Software de Diseño Gráfico	Adobe Photoshop	GIMP
	Edición de imágenes		

**GIMP:** Es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías. Es un programa libre y gratuito. Forma parte del proyecto GNU y está disponible bajo la Licencia pública general de GNU. Es el programa de manipulación de gráficos disponible en más sistemas operativos (Unix, GNU/Linux, FreeBSD, Solaris, Microsoft Windows y Mac OS X, entre otros). GIMP permite el tratado de imágenes en capas, para poder modificar cada objeto de la imagen en forma totalmente independiente a las demás capas en la imagen, también pueden subirse o bajarse de nivel las capas para facilitar el trabajo en la imagen, la imagen final puede guardarse en el formato xcf de GIMP que soporta capas, o en un formato plano sin capas, que puede ser png, bmp, gif, jpg, etc.

**Tabla 7.8** Unidades temáticas de asignatura Animación 3D

Objetivo: El alumno construirá proyectos 3D en página WEB, Animación multimedia, presentación, kiosco interactivo a través de manipulación de software 3D para expresar ideas, temas y simulaciones.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
I. Propiedades de un objeto 3D.	Vistas y perspectivas	Maya, 3D Max	Blender
	Capas		
	Textura		
	Iluminación		
II. Modelado poligonal y en subdivisiones.	Procedimiento de edición	Maya, 3D Max	Blender
	Procedimientos de manipulación		
III. Producción en 3D.	Animación por línea de tiempo (tweening)	Maya, 3D Max	Blender
	Animación por ruta definida		
IV. Renderizado.	Renderizado por Hardware o Software	Maya, 3D Max	Blender
	Formato de salida		

Blender: Es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales. El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre.<sup>12</sup> Sus características y funciones son:

- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- Edición de audio y sincronización de video.
- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.

**Tabla 7.9** Unidades temáticas de asignatura Multimedia I

TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación    Cuatrimestre IV			
Nombre de la asignatura:			
2.8 Multimedia I			
Objetivo: Crear aplicaciones Multimedia, mediante herramientas informáticas, considerando los requerimientos establecidos por el cliente para crear una experiencia interactiva y dinámica con el usuario a través de un medio digital, WEB o Quiosco.			
Unidad Temática	Temas	Software Privativo	Software Libre (Alternativa)
III. Componentes de audio y video en una aplicación multimedia.	Audio digital	Adobe Audition	Audacity
	Video digital	Sony Vegas	Avidemux
IV. Integrador multimedia.	Diseño y creación de Software multimedia	Adobe Audition, Sony Vegas	Audacity, Avidemux
	Multimedia en la web		

Audacity: Es una aplicación informática multiplataforma libre, que se puede usar para grabación y edición de audio, fácil de usar, distribuido bajo la licencia GPL.<sup>13</sup> Características:

- Grabación de audio en tiempo real.
- Edición archivos de audio tipo Ogg Vorbis, MP3, WAV, AIFF, AU , LOF y WMP.



- Conversión entre formatos de tipo audio.
- Importación de archivos de formato MIDI, RAW y MP3.
- Edición de pistas múltiples.
- Agregar efectos al sonido (eco, inversión, tono, etc).

Avidemux: Es una aplicación libre diseñada para la edición y procesado de vídeo multipropósito. Con este programa podrás:

- Editar archivos de video
- Cortar y pegar secuencias de vídeo
- Codificar/decodificar archivos de video
- Añadir una pista de audio a una secuencia de vídeo
- Calcular retraso de audio
- Eliminar desfase entre imagen y audio
- Aplicar filtros
- Recodificar vídeos
- Multiplexar y desmultiplexar corrientes de audio
- Cambiar la resolución de vídeos.

### **7.3 Resultados**

El sistema operativo que mejor se adapta a las necesidades de la institución y satisface las características de los equipos de cómputo, además de ser uno de los que tiene mayor cantidad de Software con soporte técnico por parte de la empresa Canonical por 5 años, es la siguiente distribución:

Linux Ubuntu 12.04 LTS: Puede cubrir al 100% los requerimientos de las asignaturas arriba mencionadas se lista a continuación, además se integra el software propietario con uso de licencia de pago al que puede suplir:

**Tabla 7.10** Alternativas de software libre por asignatura

Asignatura	Software propietario	Alternativa de software libre
Ofimática	Microsoft Office 2007	Libre Office 3.6.3
Desarrollo de Aplicaciones Web	Adobe Dreamweaver	BlueFish
Diseño Gráfico	Adobe Photoshop	GIMP
Animación en 3D	Maya, 3D Max	Blender
Multimedia I	Adobe SoundForge Sony Vegas	Audacity Avidemux
Programación	Jcreator	Eclipse

#### 7.4 Discusión

Dentro de las etapas de este proyecto, es importante considerar la capacitación al personal docente y a los responsables del laboratorio en los temas de instalación y uso del nuevo software que sustituirá al software privativo, ya que el grado de dominio que muestren estos dos actores repercutirá directamente el desarrollo de esta propuesta.

Otro tema relevante a tomar en cuenta, es el hecho de que también los alumnos de las carreras de Mantenimiento Industrial y Energías Renovables hacen uso de este laboratorio, situación que obliga a hacer un estudio similar al presente, pero enfocado a las carreras antes mencionadas.

Una vez que se haya puesto en marcha este proyecto, se analizarán los resultados, y si estos son satisfactorios, se hará la propuesta formal a la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas para replicar este modelo a otras universidades tecnológicas del país.

#### 7.5 Conclusiones

Con base al estudio realizado, se concluye que sí es factible la instalación de un laboratorio de cómputo basado en software libre para el programa educativo de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación de la División Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas, ya que para el software privativo utilizado en cada asignatura, existe una alternativa en software libre que satisface los requerimientos tanto técnicos como curriculares.

La realización de un estudio similar al presente, pero enfocado a los demás programas educativos de la División Ingenierías que utilizan el mismo laboratorio de cómputo, permitirá la conformación de un Laboratorio Multidisciplinario basado en Software Libre que servirá como una herramienta de apoyo importante en la realización de las prácticas en cada una de las asignaturas.

## 7.6 Referencias

Banderas, U. T. (s.f.). Tecnologías de la Información. Recuperado el 2 de Octubre de 2012, de <http://www.utbb.edu.mx/index.php/carreras/carrera-ti.html>

Banderas, U. T. (s.f.). Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas. Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de <http://www.utbb.edu.mx/index.php/identidad/modelo-academico.html>

Bodnar, L. (31 de Mayo de 2001). Distrowatch. Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de <http://distrowatch.com/>

Catalunya, U. O. (s.f.). OpenCourseWare. Recuperado el 25 de Noviembre de 2012, de <http://ocw.uoc.edu/>

Chihuahua, U. A. (s.f.). Opción Libre. Recuperado el 15 de 2012 de Octubre , de <http://opcionlibre.uach.mx/>

Corporation, O. (s.f.). Mysql. Recuperado el 22 de Noviembre de 2012, de <http://dev.mysql.com/downloads/>

Extremadura, C. d. (s.f.). Proyecto Lula. Recuperado el 18 de 10 de 2012, de <http://lula.unex.es/>

Foundation, B. (s.f.). Blender. Recuperado el 15 de Noviembre de 2012, de <http://www.blender.org/download/get-blender/>

Foundation, D. (s.f.). Libre Office. Recuperado el 12 de Noviembre de 2012, de <http://es.libreoffice.org/descarga/>

Foundation, E. (s.f.). Eclipse. Recuperado el 22 de Noviembre de 2012, de <http://www.eclipse.org/>

Free Software Foundation, I. (1996-2010). Gnu Operating System. Recuperado el 29 de Enero de 2012, de <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

Initiative, O. S. (s.f.). Open Source Initiative. Recuperado el 29 de Enero de 2012, de <http://www.opensource.org/>

Méndez, V. H. (2010). SOUT Linux. Revista Científica y de Divulgación de la Dependencia de Educación Superior Área Ciencias de la Información de la Universidad Autónoma del Carmen , 52.

Programas, P. (s.f.). Ranking de Universidades en Software Libre. Recuperado el 20 de Noviembre de 2012, de <http://www.portalprogramas.com/software-libre/ranking-universidades/>

Sessink, O. (s.f.). Bluefish. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de <http://bluefish.openoffice.nl/index.html>

SourceForge. (s.f.). Audacity. Recuperado el 28 de Noviembre de 2012, de <http://audacity.sourceforge.net/?lang=es>

Sourceforge. (s.f.). Avidemux. Recuperado el 21 de Noviembre de 2012, de <http://sourceforge.net/projects/avidemux/>

Stone, E. (s.f.). GNU Image Manipulation Program. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://www.gimp.org/>

## **Estudio de tres zonas productoras de tabiques de arcilla en la región centro del Estado de Guerrero**

Alfredo Cuevas, Flaviano Godínez y Raziel Barragán

A. Cuevas, F. Godínez y R. Barragán  
Universidad Autónoma de Guerrero, General Plutarco Elías Calles, Terrenos de Rectoría, Chilpancingo de  
Los Bravo, Guerrero, Ingeniería y Tecnología  
acuevas36@hotmail.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de  
Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

El ladrillo o tabique de arcilla recocido es elemento básico en la conformación de mampostería para la construcción de vivienda en el mundo y en particular en Latinoamérica, incluyendo México. Los sitios de producción ubicadas en las tres zonas o municipios seleccionados que comprende este trabajo, en la zona centro del estado de Guerrero; son tejerías básicamente de tipo artesanal con un bajo nivel de desarrollo tecnológico en los procesos, que genera altos costos de producción. Los resultados muestran indicadores importantes de la calidad de las piezas producidas debido a que valores como la resistencia a compresión se relaciona a la capacidad de soporte en un muro de mampostería. Además, se sugieren estrategias a implementar a fin llevar un control de calidad para que los productos sean competitivos en el mercado regional de la industria de la construcción.

## **8 Introducción**

Para la construcción de viviendas en el mundo y en particular en Latinoamérica, incluyendo a México, el material más utilizado es el ladrillo o tabique hecho de arcilla recocida, con maquinaria o a mano.

Motivo por el que debe ser considerado un insumo que cumple con especificaciones de calidad. Más aún, si las viviendas se ubican en zonas de riesgo, en especial sismos, entre otros. El tabique es un insumo de gran importancia para la conformación de mampostería estructural en la región de los municipios de Chilapa, Quechultenango y Juan R, escudero.

<sup>1</sup> Proyecto con financiamiento interno del fondo de investigación de la UAGro, 2012.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Unidad Académica de Ingeniería, UAGro.

<sup>3</sup> Profesor Investigador, Unidad Académica de Matemáticas, UAGro.

La calidad de los materiales para la construcción de vivienda es un factor que se encuentra asociado a la capacidad de soporte o resistencia de los elementos estructurales, a la seguridad, confort, estética y costo. La conveniencia de conocer el cumplimiento de estos requisitos, en especial en piezas producidas de forma artesanal, donde es común tener un bajo nivel de desarrollo tecnológico en los procesos de extracción y de producción.

El presente trabajo sobre la producción de ladrillo en tres zonas o municipios seleccionados de la región centro del Estado de Guerrero, se convierte en un estudio que permite evaluar el nivel de calidad de estos productos de arcilla con información adicional del sector y estadísticas, para identificar algunos parámetros que afecten la calidad y en consecuencia establecer las posibles estrategias a implementar a fin de obtener piezas que cumplan los parámetros señalados en las normas mexicanas.

Los ensayos más comunes en piezas de ladrillo son dimensionamiento, % absorción, resistencia a compresión y flexión. Los resultados de los ensayos permitirán hacer una comparación de calidad entre los sitios de producción de las zonas elegidas.

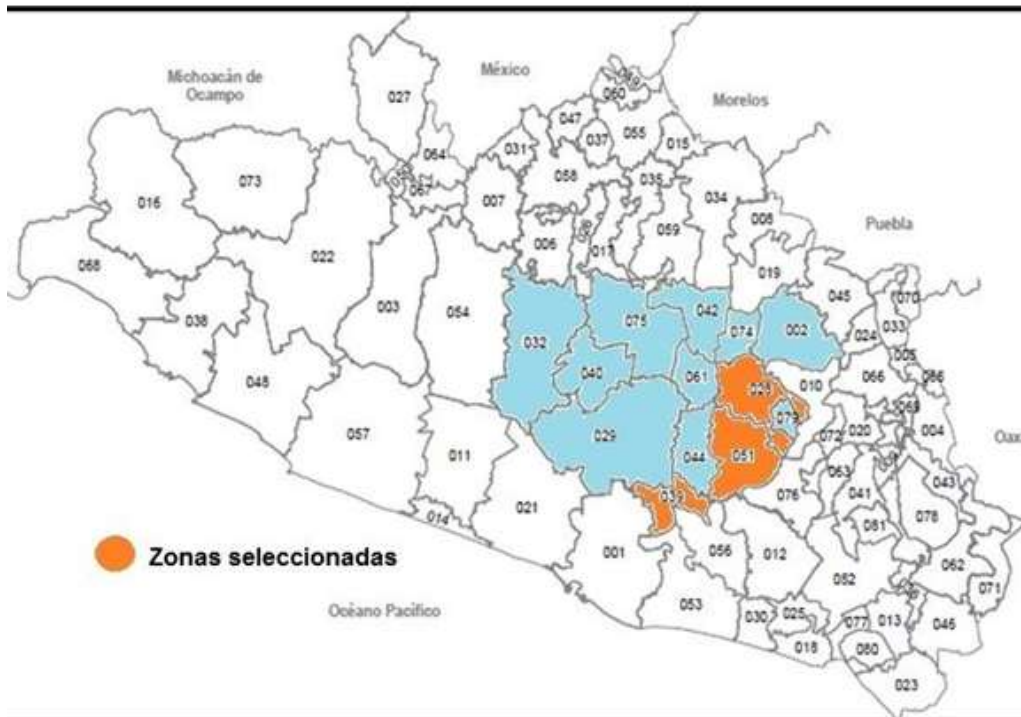
Finalmente, de acuerdo al Censo General de Vivienda (INEGI, 2010), 62% de la población estatal habita en construcciones con muros de mampostería, donde la fabricación manual de las piezas no siempre cumple con estándares de calidad y sus características mecánicas tienen una fuerte variación. Los parámetros experimentales aquí referenciados son de uso importante en el diseño de estructuras de mampostería, permitiendo construir de manera más segura y económica, porque el 90% de construcción habitacional que se hace en nuestro país es de mampostería (tabique rojo: industrializado, block y tabicón), de este porcentaje, la mampostería de tabique de arcilla recocido representa el 50%.

Objetivo: Determinar la calidad de los sitios de producción de ladrillo o tabique de arcilla en tres zonas o municipios seleccionados al azar de la región Centro del Estado de Guerrero, para verificar que cumplen con los estándares de calidad vigentes.

## **8.1 Metodología**

El presente estudio se llevó a cabo en tres zonas o municipios elegidos al azar de los 13 que conforman a la región Centro del estado de Guerrero, Figura 1, los municipios seleccionados fueron: Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero. El Tipo de Estudio que se realizó fue descriptivo y transversal.

**Figura 8** Localización de las zonas o municipios estudiados



a. Población y Muestra

La población de estudio son los productores de ladrillo o tabique de arcilla recocido en activo, localizados en Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero. La muestra estuvo formada por los productores que estaban trabajando y que aceptaron participar en el estudio, por lo que no es probabilística. De todos los productores que estaban en activo produciendo tabique de arcilla, se trabajó con una muestra de 18.

Para la obtención de especímenes en los hornos de cocción se aplicó muestreo aleatorio estratificado, es decir, en cada estrato se obtienen de tres a cuatro piezas por muestreo aleatorio simple. En cada punto o sitio de producción se obtuvo una muestra de 10 especímenes, a los cuales se les aplicaron principalmente ensayos de dimensionamiento y de compresión.

b. Selección

Criterios de inclusión: Productores que estuvieran en activo elaborando tabiques o ladrillos de arcilla recocida ubicados en las zonas o municipios elegidos de la región centro del estado de Guerrero, incluyendo a productores que estaban afiliados a la misma tejería o fábrica.



Criterios de exclusión: Productores que no estuvieran elaborando tabiques o ladrillos de arcilla recocidos ubicados en las zonas o municipios seleccionados o que estaban produciendo pero fuera de los municipios referidos.

c. Técnica e instrumento

El instrumento de medición utilizado fue a través de un cuestionario elaborado para tal fin. El cuestionario incluyó aspectos, sobre los materiales que componen a los tabiques, extracción de materiales, mezclado, elaboración de piezas, cocción, venta y aspectos diversos de esta industria. La aplicación del instrumento de medición se realizó en el sitio de trabajo de los productores de tabiques en entrevista directa, (Figura 8.1).

**Figura 8.1** Encuesta por entrevista directa a productores de ladrillo



Para la ejecución de los ensayos se consideraron las normas mexicanas, normativa de la SCT para calidad de los materiales y normas de la Sociedad americana para la prueba de materiales (ASTM, siglas en inglés). Para el ensaye de dimensionamiento se utilizaron en promedio 10 piezas de cada punto de muestreo, de estas 10 piezas o especímenes se tomaron aleatoriamente cuatro para el ensaye de resistencia a compresión.

## 8.2 Resultados

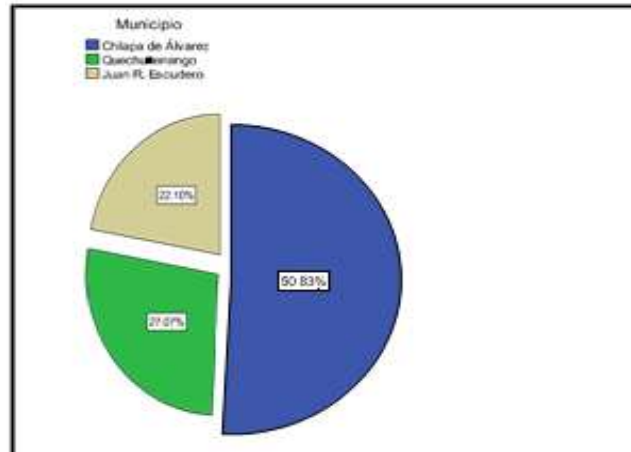
Los resultados más relevantes, revelan que la zona o municipio que tiene más productores en activo es Chilapa de Álvarez con el 50.83% (9 productores), Quechultenango con 27.07% (5 productores) y Juan R. Escudero con 22.10% (productores), Figura 8. Las condiciones observadas y registradas en los sitios de producción son en general iguales, en cuanto a herramienta y equipo, materias primas utilizadas, procesos y mano de obra.

a. Resultados en dimensionamiento de las piezas: En el análisis del ensayo de dimensionamiento se utilizaron 181 piezas completas de tabique 10 por punto de producción, a excepción de dos puntos donde se muestrearon 12 y en otro 9. En las figura 2, 3 y 4, se observa para la medición del ancho de la pieza que el mínimo es de 12.10 y el máximo es de 14.27 cm, en la medición de alto o espesor de piezas el mínimo es de 4.25 y máximo de 9.63 cm, y para el largo de pieza el mínimo es de 23.51 y máximo de 26.99 cm. Además en las mismas figuras observamos que se tiene una dispersión mayor en las variables ancho, espesor y largo de las piezas lo que indica: en primer lugar la variación de la materia prima de acuerdo a sus características particulares, lo que hace que se tenga contracción en el secado de las piezas y que varíe de uno a otro punto de producción, en segundo lugar las tolerancias que puede tener el molde o gavera y en tercer lugar la fabricación manual de las piezas.

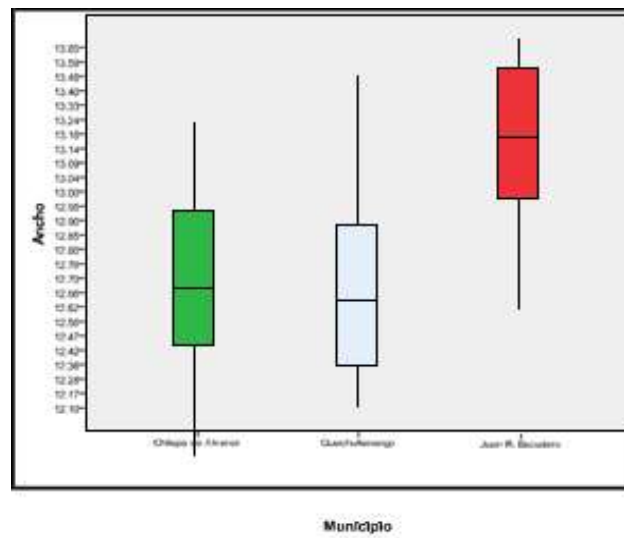
Así también, se observa que en las piezas producidas en la zona de Juan R. Escudero tienen valores más altos de espesor en relación a las otras dos zonas y las piezas producidas en la zona Quechultenango tienen valores mayores de espesor y largo con respecto a la zona Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero. En cuanto a las especificaciones, se observa en la Tabla 1, que los promedios obtenidos en las piezas por zona o municipio y que cumplen con las dimensiones mínimas de las normas vigentes (5 cm de alto, 10 cm de ancho y 19 cm de largo), son las variables ancho y largo, mientras que la variable de espesor no se cumple en la zona de Chilapa de Álvarez, debido a que está por debajo de la norma.

El coeficiente de variación (CV) en las dimensiones se mantiene muy bajo en las variables largo y ancho, y moderado para la variable espesor específicamente para Juan R. Escudero, ya que el CV se eleva en relación a las demás zonas. En la Tabla 1, también se observa que los valores de CV son altos para la variable resistencia a compresión, lo que indica una mayor dispersión en ellos. El mayor CV es para la zona de Quechultenango y el menor CV para Chilapa de Álvarez.

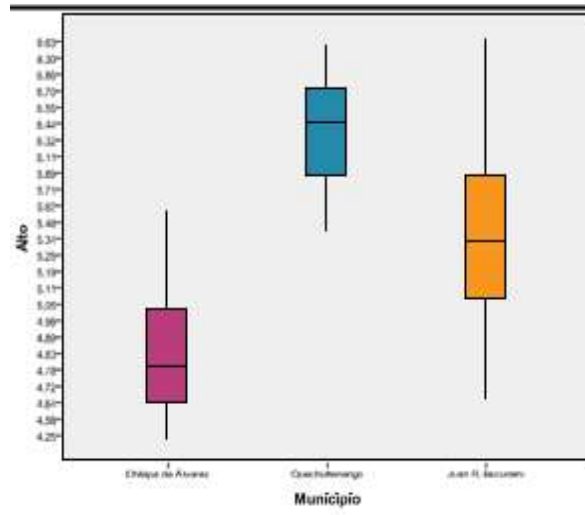
**Grafico 8** Productores por zona o municipio



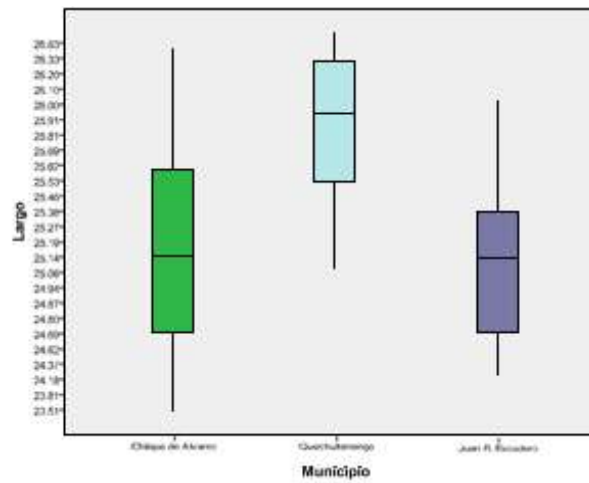
**Grafico 8.1** Ancho de piezas entre zonas



**Grafico 8.2** Alto o espesor de piezas entre zonas o municipios



**Grafico 8.3** Largo de piezas entre zonas



En el análisis de varianza de un factor para las variables ancho, alto y largo de las piezas (Tabla 8.1), se obtiene que los promedios son significativos, es decir, que el ancho, alto y largo de las piezas producidas en cada una de las zonas son diferentes.

**Tabla 8** Estadísticas por municipio

Municipio		Larg	Anch	Alt o o	Resistencia a compresión
Chilapa de Alvarez	Media	25.1	12.8	4.8	58.3558
	Desv. tip.	.67	.30	.23	19.58804
	CV (%)	2.	2	4	33.55
	Mínimo	23	12	4	17.51
Quechultenango	Media	25.9	12.6	6.4	41.7295
	Desv. tip.	.49	.41	.83	19.27503
	CV (%)	1.	3	12	46.19
	Mínimo	25	12	5	14.17
Juan R. Escudero	Media	25.0	13.2	5.6	71.4225
	Desv. tip.	.46	.37	1.08	30.81445
	CV (%)	1.	2	19	43.14
	Mínimo	24	12	4	21.60
Total	Media	25.3	12.9	5.4	56.6411
	Desv. tip.	.68	.40	.97	24.54658
	CV (%)	2.	3	17	43.33
	Mínimo	23	12	4	14.17
Especificaciones (mínimo a		19.	10	5	60.00

Los resultados de comparaciones múltiples Tablas 8.2, 8.3 y 8.4, en cada una de las dimensiones muestran que la zona con menor promedio en la variable ancho es Quechultenango y con mayor promedio es Juan R. Escudero. Para el promedio de espesor o alto, el menor promedio es de la zona Chilapa de Álvarez y el mayor es de Quechultenango. Finalmente el menor promedio de la variable largo, corresponde a las zonas de Juan R. Escudero y Chilapa de Álvarez, y el mayor promedio es de Quechultenango.

**Tabla 8.1** Tabla de ANOVA para las dimensiones

Variable (Dimensionamiento)		Suma da	g	Media	F	Si
Ancho	Inter-	7.314	2	3.657	29.3	.0
	grupos	22.1	178	.124		
	Intra-	29.4	180			
Alto	Inter-	86.4	2	43.2	91.3	.0
	grupos	84.2	178	.473		
	Intra-	170.6	180			
Largo	Inter-	23.8	2	11.9	34.4	.0
	grupos	61.7	178	.347		
	Intra-	85.6	180			

b. Resultados del ensaye de resistencia a compresión  
Este ensaye representa un indicador importante de la calidad de las piezas de tabique debido a que es el valor que más se relaciona a la capacidad de soporte de un muro de mampostería.

En este ensaye se utilizaron 4 piezas de cada sitio de muestreo lo que da un total de 72 tabiques.

En la figura 8.4 y Tabla 8.5, se observa que los valores de resistencia muestran gran variabilidad en las tres zonas estudiadas, pero la que sobresale con mayor variabilidad es la zona de Juan R. Escudero, seguida de Chilapa de Álvarez y Quechultenango. Esta última zona, además presenta los valores de resistencia más bajos (el mínimo es de 14.17 kg/cm<sup>2</sup>), seguida de Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero, el cual presenta el valor más alto de resistencia (el máximo es 120.26 kg/cm<sup>2</sup>), seguida por Chilapa de Álvarez y luego de Quechultenango.

**Tabla 8.2** Comparaciones múltiples para dimensión Ancho

Zona	N	Subconjunto para alfa =		
		1	2	3
Quechultenango	4	12.67		
Chilapa de	9	94	12.89	
Álvarez Juan R.	9		66	13.25
Escudero Sig.	2			28
	4	1.0	1.0	1.0
	0	00	00	00

HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Ancho

**Tabla 8.3** Comparaciones múltiples para dimensión Espesor

Zona	N	Subconjunto para alfa =		
		1	2	3
Chilapa de	9	4.84		
Álvarez Juan R.	2	73	5.64	
Escudero	4		78	6.47
Quechultenango	0			53
Sig.	4	1.0	1.0	1.0
	9	00	00	00

HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Alto

**Tabla 8.4** Comparaciones múltiples para dimensión largo

Zona	N	Subconjunto para alfa =	
		1	2
Juan R. Escudero	4	25.07	
Chilapa de	0	80	
Álvarez	9	25.11	25.91
Quechultenango	2	22	90
Sig.	4		1.0
	9	.9	00
		52	

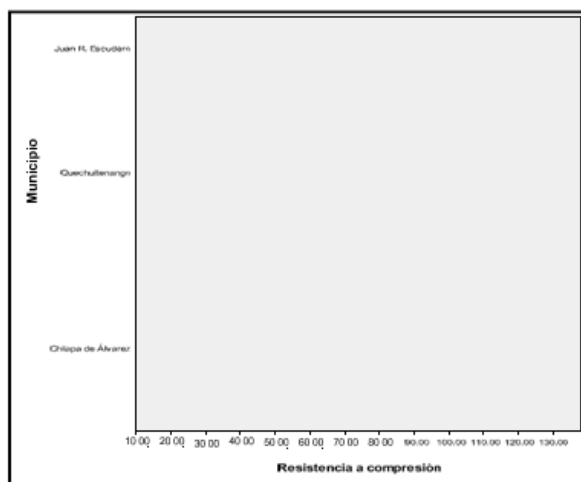
HSD de Tukey<sup>a,b</sup> Largo

En el análisis de varianza de un factor para la variable resistencia a compresión de los tabiques de las zonas estudiadas (Tabla 7), muestra que los promedios son significativos, es decir, que las resistencias de las piezas producidas son diferentes entre los municipios.

**Tabla 8.5** Estadísticas de resistencia a compresión

Zona o Municipio	Media	Media	Máxi	Míni	Desv.	Varian
Chilapa de Alvarez	58.35	59.87	101.	17.	19.588	383.6
Quechultenang	58	00	09	51	04	91
Juan R.	41.72	39.93	73.	14.	19.275	371.5
Escudero Total	95	00	46	17	03	27
	71.42	65.99	120.	21.	30.814	949.5
	25	50	26	60	45	30
	56.64	57.37	120.	14.	24.546	602.5
	11	00	26	17	58	35

**Grafico 8.4** Resistencia a compresión de piezas de tabique



Los resultados de comparaciones múltiples, Tabla 8.7, muestran que el municipio con menor promedio de la variable resistencia a compresión son el grupo 1 que corresponde a los tabiques producidos en la zona Quechultenang y, en el grupo 2 con mayor promedio son los producidos en las zonas de Chilapa de Álvarez y Juan R. Escudero. Los promedios que no cumplen la especificación de resistencia corresponden a las zonas de Quechultenang y Chilapa de Álvarez. El promedio que cumple e incluso supera lo especificado, es el de Juan R. Escudero. Finalmente, de forma global el promedio de resistencia no cumple con la norma.

**Tabla 8.6** ANOVA para la variable resistencia

	Suma de	g	Media	F	Sig
Inter-grupos	8048.804	2	4024.402	7.99	.00
Intra-grupos	34731.160	6	503.350	5	1
Total	42779.964	9			
		7			
		1			

**Tabla 8.6** Comparaciones múltiples para resistencia a compresión

Zona	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Quechultenango	20	41.7295	
Chilapa de	35		58.5089
Álvarez Juan R.	16		71.4225
Escudero Sig.		1.000	.157

HSD de Tukey<sup>a,b</sup>

### 8.3 Conclusiones

A pesar de que la industria ladrillera en las zonas de Chilapa de Álvarez, Quechultenango y Juan R. Escudero, tiene varios años, continúa siendo artesanal, con insumos costosos y una ausencia total de mecanización en sus procesos.

Los tabiques de arcilla producidos en las zonas estudiadas presentan una variabilidad baja en sus dimensiones ancho y espesor, y moderado en su largo. Las dimensiones que cumplen con los estándares, son ancho y largo. Esta variabilidad tiene su origen principalmente en las propiedades índice y mecánicas de la arcilla, específicamente su contracción lineal y volumétrica en presencia o ausencia de agua.

Los resultados de la variable resistencia a compresión indican que en la zona Quechultenango y Chilapa de Álvarez se producen piezas con baja calidad, mientras que la zona que cumple la especificación, es Juan R. Escudero.

Finalmente, es recomendable mejorar de manera sistemática cada una de las etapas producción, para fabricar tabiques o ladrillos que cumpla con los estándares. Así mismo, realizar muestreos permanentes que permitan controlar la calidad y mantener el material dentro de los límites especificados.



## 8.4 Referencias

García Hernández, Nehemías (2010). Determinación del módulo elástico del tabique rojo recocido, elaborado en Atliaca, Mpio. de Tixtla, Gro. (Tesis inédita de Licenciatura) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Francisco Organista, Antonio (2000). Estudio del tabique de barro rojo recocido, fabricado en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero; (Tesis inédita de Licenciatura) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México.

Montgomery, D.C. (2005). Diseño y análisis de experimentos. México: 2ª Edición; Editorial LimusaWiley.

Wikipedia El ladrillo [en línea] [Marzo 2012] Recuperado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo#Historia>

Jorge Salvador, Alberto (2005). Estudio del mejoramiento de las propiedades mecánicas del tabique de barro recocido empleado en la mampostería. (Tesis inédita de Maestría) Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México.

**Evaluación de los niveles de automatización del sector industrial en la zona de influencia de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV), que incluye a los municipios de Nicolás Romero, Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán México, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan de Juárez para determinar el nivel de automatización**

Leticia Hernández, Elizabeth Gómez, José Romero y Leopoldo García

L. Hernández, E. Gómez, J. Romero y L. García  
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico,  
54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México  
lhdezram@yahoo.com.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

The actions that will take place to participate in an assertive generation, technical assessment, and diffusion of the knowledge of the automation area, will be determined through an exploratory study based on the types of processes and levels of automation in the companies in the influence area.

## **9 Introducción**

La experiencia obtenida durante 15 años de dirigir proyectos de estadía en empresas del entorno productivo de alumnos de las carreras de Técnico Superior Universitario en Mantenimiento Industrial y Técnico Superior Universitario en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, ha permitido visualizar el constante cambio en las actividades productivas de la zona.

El municipio de Nicolás Romero desde los orígenes de la Universidad, ha evolucionado de ser un municipio agrícola a uno semi-industrial, con micro y pequeñas empresas dedicadas a la manufactura, así como empresas de servicio dedicadas a la implementación de soluciones de automatización en medianas y grandes empresas. El municipio de Atizapán de Zaragoza, contiguo a Nicolás Romero, desde la década de los 90's, cuenta con un corredor industrial parcialmente desarrollado denominado Pedregal de Atizapán, donde prevalecen empresas del sector manufacturero. El resto de los municipios han sido tradicionalmente industriales.

La necesidad de incrementar la calidad de producción y mejorar los procesos industriales, ha causado el constante cambio tecnológico y la modificación en las formas de fabricación y maquinaria, situación que solo se ha observado parcialmente en los municipios referidos donde se encuentran procesos manuales, mecánicos y electromecánicos con cierto nivel de obsolescencia; generando áreas de oportunidad para los alumnos y egresados de las carreras mencionadas, en la aplicación del conocimiento relativo al campo de la automatización.

Marco conceptual: El grado tecnológico que puede alcanzar una industria está determinado por el tipo de proceso, el nivel tecnológico y factores de tipo económico.

El grado de automatización por tipo de proceso está condicionado por los productos que se desean fabricar, los cuales a su vez determinan las características que debe tomar en cuenta la automatización a implementar, debido a lo cual se encuentran predominantemente dos tipos de procesos: continuos y no continuos. Los procesos continuos se encuentran en la industria de productos farmacéuticos, petroquímicos, metalúrgicos, alimenticios, cementeras, ingenios azucareros y de cuidado personal, en los cuales predominan el control de variables analógicas, siendo de suma importancia por el manejo de dichos productos mantener el sistema activo por situaciones de seguridad del personal, sanidad e integridad del proceso.

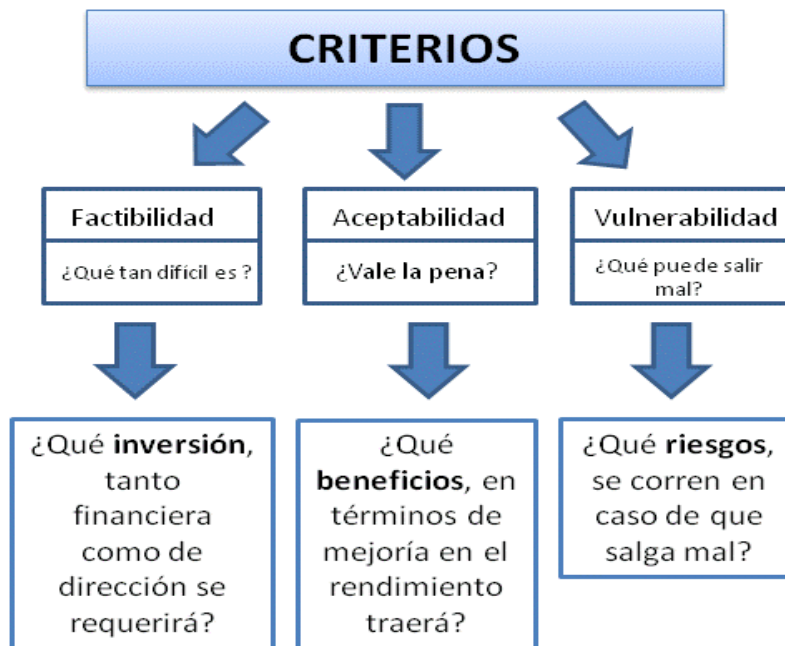
Los procesos no continuos incluyen a todo tipo de procesos de ensamble como la industria automotriz, mueblera, productos electrónicos, procesos de inyección de plástico y manufactura en general, en los cuales el tipo de variables predominantes son digitales y no implican mayores riesgos de seguridad al personal y a la integridad del proceso en caso de que el sistema se detenga por fallas o paros programados. El nivel tecnológico se clasifica en: Nivel 1. Dispositivos como sensores electromecánicos y actuadores que permiten tareas como la vigilancia del posicionamiento de piezas y funciones de seguridad que resguarden la integridad física del operador; Nivel 2. Dispositivos programables como Controladores Lógicos Programables (PLC), Controles Numéricos Computarizados (CNC), Computadoras industriales y Microcontroladores, que permiten la ejecución determinada de acciones programadas sobre el proceso; Nivel 3. Representa la integración de los dispositivos de control programables con sistemas de visualización y adquisición de datos HMI (acrónimo de Human Machine Interface) que permiten tareas de supervisión, gestión del mantenimiento, control de calidad y seguimiento de la producción. En este nivel se desprenden dos tipos de control centralizado y distribuido. El Control centralizado está constituido por un dispositivo programable, una interfaz de proceso y una estación de operador. El Control distribuido está constituido por varios dispositivos programables que llevan a cabo tareas similares; en caso de que ocurra una falla será posible transferir parte o toda la tarea a otras unidades. Estos dispositivos pueden estar conectados con sistema de redundancia o en red; Nivel 4. Se asocia al término de Fabricación Integrada por Computadora CIM (acrónimo de Computer Integrated Manufacturing), donde se incluyen conceptos como diseño del producto, administración de la producción y mantenimiento, planeación y programación de insumos.

**Figura 9 Pirámide CIM**



Los factores de tipo económico que delimitan o enriquecen el nivel de automatización tienen que ver con factores de inversión privada, la factibilidad de la inversión, cuánto mejora la competitividad, el plazo de retorno de la inversión, la vulnerabilidad de la inversión, las políticas empresariales y los incentivos gubernamentales que permitan integrar tecnología a sus procesos, y así elevar la productividad y calidad de sus procesos para satisfacer las demandas del mercado.

**Figura 9.1** Factores económicos que influyen en el grado tecnológico



### 9.1 Planteamiento del problema

Uno de los ejes rectores de la UTFV es la pertinencia con el sector productivo, lo que significa proporcionar a los alumnos conocimientos que les permitan desarrollarse sociocultural y económicamente en un ámbito profesional competitivo, que impacte positivamente el nivel productivo de su entorno.

La UTFV cuenta con insumos básicos para impartir asignaturas relacionadas con la automatización de procesos, tales como demos didácticos, mismos que están integrados con botonería, sensores, relevadores, lámparas piloto, tres de ellos con terminales alfanuméricas de diálogo operador – máquina, una terminal gráfica de 5 pulgadas, un sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA) y el software LabView con 20 licencias.

De la experiencia obtenida a través de las estadías de alumnos en empresas, se deduce que el nivel de automatización en los municipios referidos, está limitado a los niveles 1 y 2, predominando el nivel 1.

Actualmente, se desconoce el tipo de empresas, procesos y niveles de automatización. Por otro lado, no se tiene la certeza de cumplir con el nivel 1. En el supuesto de que se cumpliera con este, ¿Qué tipo de sensores y actuadores están instalados? y ¿Qué normas aplican en el ambiente de trabajo?

En el supuesto que existiera el nivel 2, ¿Qué tipo de control se utiliza?, ¿El control fue diseñado para una aplicación específica?, ¿Pertenece a un fabricante de equipo original?, ¿Qué eficiencia muestra?, ¿Qué lenguaje de programación emplea?, ¿Qué lenguaje de programación predomina en el entorno?, ¿Cuál es su rentabilidad?, ¿Qué posibilidades de crecimiento e integración a niveles superiores tiene?

Se tiene la premisa de que el equipo instalado en los laboratorios de la UTFV es el necesario para integrarse en el nivel 2. Es preciso complementar con algunos insumos para alcanzar el nivel 3, tomando como referencia la Pirámide CIM, el cual es adecuado para PyME's. Si se desea proporcionar asesorías al entorno productivo, el cual es uno de los objetivos primordiales del cuerpo académico, es necesario que se cuente con los elementos básicos acordes a las necesidades de automatización de la zona referida, lo que requiere de una inversión.

Por ello, se plantea el siguiente cuestionamiento: ¿Cuál es el nivel de automatización presente en las empresas de Nicolás Romero y zona de influencia, que permita ser el punto de partida en la evolución tecnológica de sus procesos productivos?

## **9.2 Justificación**

Al realizar la evaluación del nivel de automatización de las PyME's en la zona de influencia de la UTFV, los beneficios directos se reflejarán mejorando los insumos en los laboratorios, actualizando los planes y programas de estudio acordes a las necesidades de automatización de la zona referida, permitiendo la incorporación de los alumnos y egresados en el sector productivo asertivamente.

La identificación del nivel de automatización mejorará la eficiencia y calidad de los procesos productivos en las empresas de entorno.

La elevación del nivel de automatización hace competitiva a la región y pertinentes a los egresados de esta casa de estudios, aumentando la productividad e impulsando el desarrollo industrial y académico del Estado.

Objetivo general

Evaluar del nivel de automatización en las empresas de los municipios referidos.

#### Objetivos específicos:

- Evaluar el nivel de automatización en el que se encuentra el sector industrial de la zona de influencia de la UTFV, para identificar las características de la infraestructura básica en el campo de la automatización con que debe contar el CA para ser efectivamente pertinente con el entorno productivo.
- Establecer las necesidades de capacitación y asesoría relativas al área de automatización del personal operativo y de mantenimiento de las empresas en la zona referida.
- Evaluar los requerimientos de un laboratorio de automatización de procesos en la UTFV acorde con las necesidades de la zona de influencia.

### 9.3 Metodología

- Localizar fuentes de información que proporcionen datos para la identificación y caracterización de las empresas en cuestión.
- Localizar proyectos de alumnos de estadía que versen sobre temas en el campo de la automatización y que fueran realizados en los municipios de estudio.
- Definir y seleccionar el tamaño de la muestra representativa de empresas para realizar el estudio.
- Definir los criterios que permitan la identificación de los niveles de automatización de las empresas.
- Elaborar los instrumentos que permitan la recolección de datos establecidos en el diseño.
- Aplicar instrumentos en empresas industriales, y de ser necesario, establecer convenios para su aplicación con la ayuda del área de Vinculación y de alumnos de estadía.
- Generar una base de datos.
- Procesar la información con base en los criterios definidos.
- Establecer una clasificación de los niveles de automatización, que prevalecen en el entorno productivo.
- Determinar las características clave con que debe contar el equipamiento en el campo de la automatización, para apoyar a las PyME's en los municipios de la zona de influencia.

- Publicar los resultados de la investigación.

Resultados: Esta investigación se encuentra en su fase inicial, por lo que los resultados obtenidos hasta el momento se han desglosado en esperados y preliminares.

Resultados esperados:

- Localizar fuentes de información confiables que permitan la selección de empresas industriales para aplicar el método seleccionado.
- Determinar el método para seleccionar el tamaño de la muestra en el universo de empresas correspondiente en la zona de influencia de la UTFV.
- Aplicar el método seleccionado.
- Analizar estadísticamente los resultados obtenidos para determinar el nivel de automatización.
- Diseñar estrategias de asesoría y capacitación para apoyo a PyME's.
- Proponer a la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP) los ajustes necesarios en el currículo perteneciente al área de automatización de procesos de las carreras de Ingeniería en Mecatrónica e Ingeniería en Mantenimiento Industrial.
- Determinar el tipo de equipamiento complementario para los laboratorios de Controladores Lógicos Programables y LabView.

Resultados preliminares:

El principal inconveniente encontrado para la realización de este proyecto es la localización de una fuente de información que proporcione datos mínimos acerca de las empresas a encuestar como son la ubicación, tipo de empresa, tipo de productos y/o procesos que de ellas se generen.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), desde inicios de la década de los 80's inició un proyecto por petición gubernamental, en el cual el objetivo era la construcción de un directorio de unidades económicas.



“En 1996, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, con asesoría del INEGI y de la Dirección General de Estadística (DGE), diseñó el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), con el propósito de tener un medio para la promoción y difusión de las empresas y de los distintos programas de fomento implementados en el país.

Actualmente, el SIEM mantiene los mismos objetivos para los que fue creado y está bajo la responsabilidad de la hoy Secretaría de Economía, que lo opera a través de las cámaras y confederaciones empresariales”. (Fuente: DENUÉ).

Finalmente, en el 2009 el INEGI inició la integración del Directorio Estadístico Nacional de

Unidades Económicas (DENUÉ) que se actualiza continuamente y puede consultarse en línea.

El INEGI agrupa a las unidades económicas de acuerdo al Sistema de Clasificación de América del Norte (SCIAN), siendo de especial interés para el desarrollo de este proyecto el sector 3, porque comprende “unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o substancias, con el fin de obtener productos nuevos.

También se consideran manufacturas las actividades de maquila; el ensamble de partes y componentes o productos fabricados; la reconstrucción de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros; y el acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares. Igualmente se incluye aquí la mezcla de materiales, como los aceites lubricantes, las resinas plásticas, las pinturas y los licores, entre otras.

El trabajo de transformación se puede realizar en sitios como plantas, fábricas, talleres, maquiladoras u hogares.

Estas unidades económicas usan, generalmente, máquinas accionadas por energía y equipo manual “. (Fuente: SCIAN).

El universo de empresas es muy amplio, por lo que se decidió iniciar la investigación con dos municipios: Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza (en el Estado de México), que impactan directamente a la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. Se realizaron varias consultas al DENUÉ para determinar el tipo de empresas que se encuentran en los municipios referidos, calculándose en función del total de empresas; el porcentaje del tipo de industria que le corresponde y la información obtenida a partir del procesamiento de los datos se muestra en las tablas 9 y 9.1.

**Tabla 9** Establecimientos localizados en el Municipio de Nicolás Romero, Estado de México

Tipo de establecimientos	Total	Porcentaje
(311) Industria alimentaria	435	55.13%
(312) Industria de las bebidas y del tabaco	38	4.82%
(313) Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	6	0.76%
(314) Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	8	1.01%
(315) Fabricación de prendas de vestir	30	3.80%
(316) Curtido y acabado de cuero y piel, y productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	2	0.25%
(321) Industria de la madera	38	4.82%
(322) Industria del papel	9	1.14%
(323) Impresión e industrias conexas	35	4.44%
(324) Fabricación de productos derivados de carbón	0	0.00%
(325) Industria química	5	0.63%
(326) Industria del plástico y del hule	5	0.63%
(327) Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	18	2.28%
(331) Industrias metálicas básicas	0	0.00%
(332) Fabricación de productos metálicos	117	14.83%
(333) Fabricación de maquinaria y equipo	2	0.25%
(334) Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	0	0.00%
(335) Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	1	0.13%
(336) Fabricación de equipo de transporte	3	0.38%
(337) Fabricación de muebles, colchones y persianas	26	3.30%
(339) Otras industrias manufactureras	11	1.39%
<b>TOTAL</b>	<b>789</b>	

**Tabla 9.1** Establecimientos localizados en el Municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México

Tipo de establecimientos	Total	Porcentaje
(311) Industria alimentaria	543	41.42%
(312) Industria de las bebidas y del tabaco	87	6.64%
(313) Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	7	0.53%
(314) Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	10	0.76%
(315) Fabricación de prendas de vestir	53	4.04%
(316) Curtido y acabado de cuero y piel, y productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	0	0.00%
(321) Industria de la madera	69	5.26%
(322) Industria del papel	12	0.92%
(323) Impresión e industrias conexas	55	4.20%
(324) Fabricación de productos derivados del carbón	1	0.08%
(325) Industria química	27	2.06%
(326) Industria del plástico y del hule	51	3.89%
(327) Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	15	1.14%
(331) Industrias metálicas básicas	10	0.76%
(332) Fabricación de productos metálicos	219	16.70%
(333) Fabricación de maquinaria y equipo	19	1.45%
(334) Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	4	0.31%
(335) Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	12	0.92%
(336) Fabricación de equipo de transporte	12	0.92%
(337) Fabricación de muebles, colchones y persianas	75	5.72%
(339) Otras industrias manufactureras	30	2.29%
TOTAL	1311	

#### 9.4 Discusión

En ambos municipios, los tipos de establecimientos más representativos en orden de importancia son: industria alimentaria, fabricación de productos metálicos, industria de la madera, fabricación de muebles, colchones y persianas, industria de las bebidas y tabaco, impresión e industrias conexas. De la subclasificación de este tipo de establecimientos se detectó que un alto porcentaje corresponde a la fabricación de productos que por sus características tecnológicas, de proceso, volumen productivo y posibilidades económicas, no pueden clasificarse dentro del primer nivel tecnológico e inclusive no son susceptibles de ser automatizados.

Por otra parte, la información encontrada no arroja datos suficientes para el desarrollo del proyecto, puesto que por la experiencia obtenida con estadías de alumnos en el entorno productivo, se conocen establecimientos o empresas que reflejan el uso de por lo menos los dos primeros niveles tecnológicos. Esta situación llevó a ampliar el análisis a los municipios de Cuautitlán México, Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan de Juárez, que también impactan en el entorno de la Universidad y son considerados de los más industrializados en el Estado de México.

## 9.5 Conclusiones

A partir de la información recabada a través de las diferentes fuentes de información, se concluye en primer lugar, que no se cuenta con bancos de datos con la información necesaria para determinar el nivel tecnológico de la automatización.

En segundo lugar, se propone contactar a las cámaras y confederaciones empresariales de la región para sensibilizar a los empresarios de la necesidad de conocer el nivel de automatización, con el objetivo de fomentar la inversión asertiva en tecnología de sus procesos.

Y finalmente generar un blog, el cual sea el medio para tener el contacto directo con los empresarios y realizar las diferentes actividades que establezcan parámetros de los cuales obtener información para determinar el nivel de automatización y generar líneas de acción.

## 9.6 Referencias

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (2013). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Obtenido el 4 de febrero de 2013, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/denu/presentacion.aspx>

Guerrero, V., Yuste R., Martínez, L. (2010). Comunicaciones industriales (1a. edición). México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Mandado, P., Marcos, J., Fernández, C., Armesto, J. (2009). Autómatas programables y sistemas de automatización (2a.edición). México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Kalpakjian, S., Schmid, S. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología (5a. edición). México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Rodríguez, A. (2007). Sistemas SCADA (2a. Edición). España, México: Marcombo Ediciones

Técnicas S.A. con coedición Alfaomega Grupo Editor S.A.

Piedrafita, R. (2004). Ingeniería de la automatización industrial (2a. Edición). México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (2002). Sistema de Clasificación

Industrial de América del Norte (2a. Edición). México.

García, E. (2001). Automatización de procesos industriales. México: Alfaomega. Balcells, J., Rommeral, J. (1998). Autómatas programables. México: Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Prokopenko, J. (1997). La gestión de la productividad. (1a. Reimpresión). México: Limusa

Noriega Editores.

Lockyer, K. (1993). La producción industrial. México: Editorial Alfaomega.

Slack, N. (1993). La ventaja manufacturera. Cómo desarrollar operaciones de manufactura competitivas. (1a. Edición en español). D.F., México: Panorama Editorial.

Schroeder, R. (1992). Administración de operaciones (3a. Edición). México: Editorial McGraw

Hill Interamericana de México, S.A. de C.V.

## **Evaluación y eliminación de condiciones inseguras en la estación de extrusión de grasa de una planta alimentaria**

Valeria Reyes, Violeta Lugo, Claudia Callejo y Francisca Nava

V. Reyes, V. Lugo, C. Callejo y F. Nava  
Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, México  
violelugol@yahoo.es

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

In most companies, especially those operating in countries with high economic heterogeneity, currently there are tasks that need to be done manually and, involve great physical effort of workers, generating numerous musculoskeletal injuries, reducing the productivity of the company and generating costs by occupational diseases. In the process area of a food plant located in the Industrial Zone Lerma, Mexico, this problem was detected, so an analysis of the types of injuries in the short or medium term workers was generated using RULA methodology (Rapid Upper Limb Assessment). The evaluation showed that, the main risk lies in the fat extruder and shows a significant association with lifting loads and describing intolerable risk in 10% of the workers. To reduce the risk in this area a pneumatic arm for suck fat cubes was implemented, obtaining a reduction of 78% in physical workloads of operators according to RULA methodology, reducing in two the activities considered intolerable in contrast with the 9 activities that were considered intolerable before the implementation. It is important to note that improving these jobs will increase the quality of life of workers, will improve production and will decrease occupational diseases and therefore production costs in food plant study.

## **10 Introducción**

Actualmente dentro del sector productivo existe una creciente necesidad de mecanización y automatización de los procesos, lo cual tiene como objetivo principal acelerar los ritmos de trabajo y tener menores pérdidas atribuibles a errores humanos (Niebel, 2007). Sin embargo en la mayoría de las empresas, actualmente existen tareas que deben efectuarse manualmente y que entrañan un gran esfuerzo físico como posturas, movimientos, repeticiones, vibraciones y carga estática y dinámica, lo que genera en los trabajadores numerosas lesiones musculo esqueléticas, como síndrome del túnel carpiano, lumbalgia o cervicalgia y tensión ocular (Gómez- Conesa, 2002).

La ergonomía como una ciencia que busca la adaptación del trabajo al trabajador y no lo contrario, se ha enfocado en determinar cómo diseñar o adaptar un área de trabajo al trabajador, a partir de estudios de diferentes trabajos (tareas) y su cuerpo humano. Para ello ha aportado algunas metodologías ergonómicas que permiten evaluar y precisar el tipo de daño que puede sufrir el trabajador al desempeñar una tarea y que es lo más recomendable para disminuir su fatiga y así evitar problemas de salud y aumentar su eficiencia (Cimino, Longo & Mirabelli, 2009). La ergonomía tiene amplio alcance, abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendiendo factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, de las herramientas, de las máquinas, de los asientos y el calzado y finalmente el del puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas etc. (OIT, 2003).

Cabe aclarar que estos factores son estudiados y evaluados por otra disciplina dentro del ámbito laboral llamada higiene industrial. La higiene industrial evalúa estos factores para verificar que se encuentren dentro de los límites permitidos indicados en las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con los aspectos de higiene y seguridad en el trabajo, de observancia obligatoria.

Por otro lado, a la ergonomía industrial le interesan estos factores no para ver que estén dentro de sus límites permisibles, es más, pueden estar bien por debajo de esos límites, pero aun así estar distraendo o molestando al trabajador y por tanto disminuyendo su desempeño y propiciando que ocurra un accidente o provocando acciones riesgosas de su parte (Oborne, 1990).

Dentro de la empresa alimentaria en estudio, ubicada en la zona industrial Lerma, Estado de México, se ha apostado mucho a la automatización de los procesos, buscando con ello altos índices de calidad y reducción de costos que les permitan colocar su amplia gama de productos en líderes en el mercado. Sin embargo, resulta importante señalar que en estas empresas aún prevalecen trabajos manuales que generan fatiga al trabajador y lo que es más importante, serias lesiones a corto plazo, ocasionando además bajos niveles de productividad y por lo tanto pérdidas a la empresa. La planta alimentaria en estudio, está compuesta por varias líneas de producción y es en el área de proceso de condimentos en particular que se detectaron una gran cantidad de riesgos ergonómicos y movimientos innecesarios, por tal motivo surge la necesidad de realizar un análisis detallado de los factores de alto riesgo en la salud del trabajador, mediante la ayuda de herramientas de ingeniería industrial para llevar a cabo una evaluación de sus procesos e identificar movimientos y recorridos innecesarios.

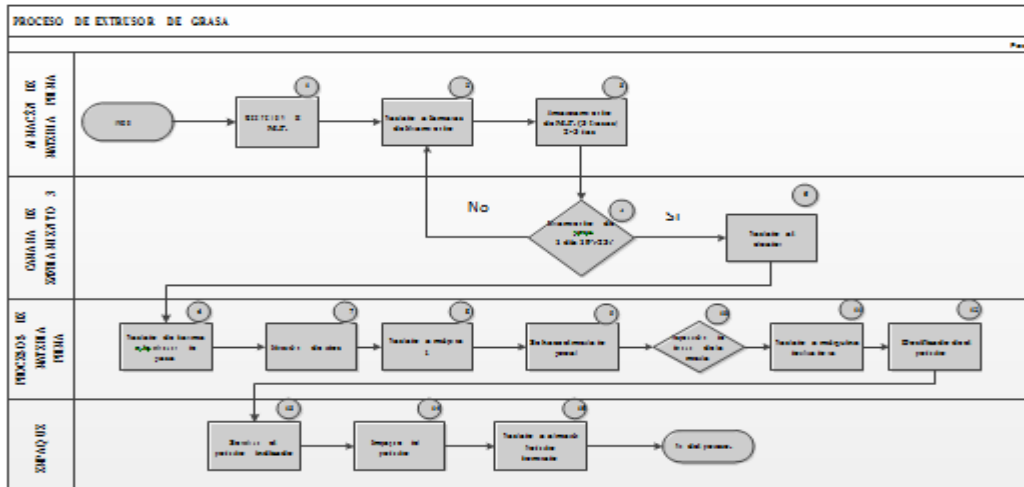
Tal es el caso de la estación de extrusión de grasa, donde existe una gran cantidad de posturas inadecuadas debido a que los operadores cargan de forma manual y constante cubos de grasa de origen animal, además de demoras constantes, ya que se deben transportar contenedores de 150 kg en promedio a la siguiente operación de trabajo, lo que implica un uso excesivo de tiempo para esta operación. Es así que en esta investigación se pretende realizar en primer lugar un estudio detallado del área de trabajo, para identificar todos los movimientos y recorridos innecesarios que realizan los trabajadores, seguido de un análisis del tipo de lesiones que a corto o mediano plazo pueden generarse en los trabajadores aplicando la metodología de RULA, que tiene como finalidad el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por el trabajador al realizar diversas actividades; para ello, se emplean diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones, que evalúan la exposición a los factores de riesgo (conocidos como factores de carga externa), calificados en base al número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza y posturas de trabajo (Massaccesi, 2003). Finalmente, se presenta una propuesta de un dispositivo que apoye el trabajo del operario, disminuyendo así el 70% de las cargas de trabajo físicas y los tiempos de operación de extrusión y la fuerza que ejerce el trabajador en el traslado de materia prima.

## **10.1 Método**

A través del siguiente diagrama de flujo se muestran las 4 etapas generales que se llevan a cabo en la operación de extrusión de la planta (Figura 10).



**Figura 10** Proceso General de Extrusor de Grasa



Elaboración propia

En el siguiente diagrama (Figura 10.1 ) se muestra en un diagrama de flujo de proceso de operaciones que se realizan en el extrusor de cubos de grasa con sus respectivos tiempos, sus operaciones e inspecciones. Es importante notar que las actividades más importantes son las de proceso y traslado, representando esta última el 48% de las actividades totales, por lo que el análisis de las condiciones ergonómicas de esta área está plenamente justificado.

**Tabla 10** Diagrama de Flujo de proceso del extrusor de grasa

Diagrama de flujo de proceso.		Actividades	
Área: Proceso Nombre del operario: _____ Analistas: Equipo de trabajo. Fecha: 20 / 06 / 201-		1 2 3 4 5 Total 14	
Actividad	Descripción	Simbolo	Tiempo
1	Recepción de materia prima		
2	Traslado de tarimas a elevador.		1.38 min
3	Traslado de tarimas a cámara de ambiente		.88 min
4	Traslado a piso de proceso		.88 min
5	Verificar temperatura de cubos (19°C - 23°C)		.53 min
6	Traslado de tarimas a extrusor.		.88 min
7	Extrusión de cubos		32.4 min
8	Traslado de grasa a máquina "a"		.38 min
9	Mesclado general.		3.82 min
10	Agregar colorante y grasa.		.81 min
11	Vacado de especies.		.64 min
12	Vacado a canito.		.67 min
13	Traslado a máquina de dosificado.		.91 min
14	Dosificado		30 min
<b>Total</b>	<b>1 hora 24 minutos / lota de 8 cubos</b>		<b>74.28 min</b>

Elaboración propia

Diagnóstico: Como etapa inicial se realizó un diagnóstico de la situación en el área seleccionada, con el propósito de identificar la causa raíz del problema en el área de extrusión de grasas, ubicando las mejores opciones para atacar el problema de manera concreta y congruente, desarrollando un mejor sistema de trabajo para el beneficio del operador. Se emplearon una lluvia de ideas y diagrama causa efecto, para identificar las probables causas asociadas a lesiones ergonómicas dentro del área de extrusor de grasa permitiendo así implementar las acciones correctivas correspondientes. Implementación del diagrama:

1. Se planteó y delimitó el problema.
2. Se identificaron y clasificaron las causas principales, integrándolas al diagrama. Lo anterior se realizó aplicando la metodología de lluvia de ideas, así como inspección visual por un periodo aproximado de 1 semana.
3. Las probables causas se clasificaron de acuerdo a sus características en: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente.
4. Finalmente registrar cualquier información que pueda ser de utilidad para la evaluación del problema.

Lo anterior nos facilita identificar los factores importantes que tienen valor significativo sobre el problema.

#### Evaluación de riesgos ergonómicos por Factores Ambientales y Físicos:

Posteriormente se realizó la evaluación ergonómica de los riesgos por carga de los factores ambientales, en el segundo nivel de la planta Alimentaria Lerma a partir de la selección de los puestos de trabajo más representativos de las áreas de trabajo, realizando un muestreo bajo condiciones normales de operación de la planta y siguiendo la metodología establecida en las siguientes normas oficiales mexicanas.

- Iluminación: para medir la intensidad de iluminación se empleó un luxómetro digital LX1010BS en base a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Temperatura: Este parámetro se midió utilizando un termómetro infrarrojo Testo 810 en base a lo establecido en la NOM-015-STPS-2001, Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas-Condicionde Seguridad e Higiene.
- Ruido: el nivel de ruido fue determinado con el apoyo de un sonómetro medidor de sonido 30-130 decibeles Siguiendo la norma NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- Vibraciones: para determinar este parámetro se utilizó un medidor de vibración, aceleración, velocidad, en base a la NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- La evaluación de los riesgos ergonómicos por factores físicos se determinó tomando en cuenta las variables físicas de la tarea que son fuerza, posturas, repetitividad, velocidad, duración de la tarea y la carga física y mental; desarrollando con estas variables una matriz de evaluación de riesgos ergonómicos a la salud, dentro de cada área de trabajo a través del método RULA.

#### Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

McAtamney y colaboradores (1993), crearon el RULA (Rapid Upper Limb Assessment) con las participaciones del Instituto de Ergonomía Ocupacional y la Universidad de Nottingham; para investigar la exposición de los trabajadores a los factores de alto riesgo asociados con el desarrollo de Desórdenes Traumáticos Acumulativos. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por el trabajador al realizar diversas actividades; para ello, se emplean diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones, que evalúan la exposición a los factores de riesgo (conocidos como factores de carga externa), calificados en base al número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza y posturas de trabajo (McAtamney 1993).

El citado método, posee importantes ventajas: en primer término, que no requiere equipo especial para su aplicación, razón por la cual puede ser utilizado en el lugar de trabajo sin interrumpir las actividades del trabajador. Segundo, es fácil y rápido de aplicarse, ya que permite, al analista, determinar los Desórdenes Traumáticos Acumulativos; finalmente, se requiere de poco entrenamiento previo a su empleo y no es necesario que el usuario cuente con habilidades específicas en técnicas de análisis ergonómico. Con el propósito de presentar una descripción adecuada de este método y su relación con la clasificación Postural, criterios de evaluación para esfuerzo muscular, fuerza y carga, diagramas de posturas y las interpretaciones correspondientes (McAtamney 1993).

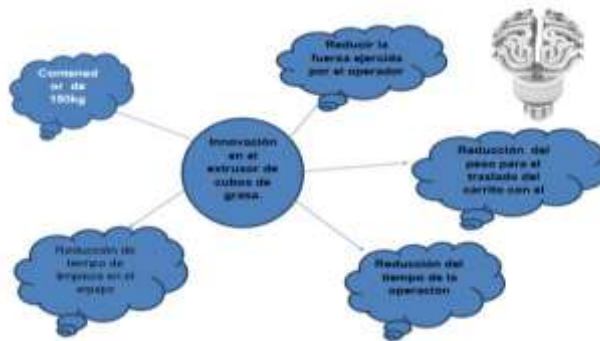
Clasificación Postural: es micro postural para brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y piernas. En esta clasificación se puede observar la ausencia de las posturas de dedos, aunque se registra la fuerza ejercida por los dedos en la evaluación del factor fuerza.

La clasificación postural es presentada en los diagramas de posturas. Para fines de aplicación del método, el cuerpo es dividido en dos grupos A y B. El primero, comprende brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca y en el segundo, se incluyen cuello, tronco y piernas. También se consideran rangos de movimientos (ángulos) para cada parte del cuerpo.

## 10.2 Resultados y Discusión

Diagnóstico: Lluvia de ideas La lluvia de ideas que se muestra en la Figura 3, es una de las herramientas de diagnóstico empleadas en este proyecto, en esta se pueden visualizar distintas ideas evaluadas y analizadas dependiendo de su viabilidad, eficiencia, y beneficio con respecto al área donde va dirigida, de manera que puedan desarrollarse eficazmente. De la Figura 3 podemos detectar que aunque existen al menos 4 propuestas de innovación en el área de extrusión, tres de ellas están relacionadas con el manejo ergonómico, es decir se habla de reducir fuerza ejercida, peso soportado y reducciones de tiempos y dado que el análisis de las operaciones mostró que un gran porcentaje representan traslados, es posible concluir que es necesaria la implementación de un dispositivo ergonómico para mejorar las condiciones de trabajo en esta área.

**Figura 10.1** Representación gráfica de lluvia de ideas



Elaboración Propia

Diagrama Ishikawa (causa y efecto): Dentro del diagrama de Ishikawa (Figura 10.2), las causas probables se clasifican en seis categorías: personal, máquinas, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente, con la finalidad de delimitar el campo de acción.

**Figura 10.2** Diagrama causa - efecto en el área de extrusión de grasas



Elaboración Propia

## Evaluación de los factores de riesgos ergonómicos

## Factores Ambientales

a. Iluminación planta alimentaria Lerma: En la Tabla 10.1 se presentan los resultados obtenidos se compararon con los niveles mínimos de iluminación y los niveles máximos de reflexión establecidos en la norma.

**Tabla 10.1** Estudio de iluminación del área de extrusión de grasa

ESTUDIO DE ILUMINACIÓN												
PUNTO N°	N° DE ANALISIS	AREA, NOMBRE O PUESTO	PERIODO 1 LUX	PERIODO 2 LUX	PERIODO 3 LUX	PERIODO 4 LUX	PERIODO 5 LUX	PERIODO 6 LUX	INCERTIDUMBRE U %	NIVEL MINIMO ILUMINACIÓN STPS (LUX)	NIVEL MAX.PERMISIBLES FACTOR DE REFLEXIÓN	
											Pared (%)	P.Trab. (%)
											60	50
											Factor Reflexión (K)	
18	AF-0596-11	Primer Nivel Knorr Procesos Tolva, entrada de extrusor de grasa .	243	223	217	257	221	257	1.02	200	NA	17

b. Temperatura: La temperatura a la que está expuesta al trabajador está dentro de los límites máximos permisibles ya que el ambiente de trabajo donde está el extrusor de grasa es de 29°C en una jornada de 8 horas y no afecta a las condiciones físicas del trabajador.

c. Ruido: El operador está bajo norma con base a las condiciones de ruido en el área de trabajo del extrusor de grasa, ya que no afecta a las condiciones físicas y psicológicas del trabajador. En la Tabla 10.2 se encuentran los datos del estudio realizado dentro de la empresa Alimentaria Lerma en la estación de extrusor de grasa, donde los datos reflejan condiciones de trabajo satisfactorias en base a las normas existentes (STPS, 2001).

**Tabla 10.2** Estudio de ruido del área de extrusión de grasa

Punto	Área	NER	NMP	TMPE
77	Planta alimentaria Lerma Procesos Primer nivel	80.3	90	8 h

d. Vibraciones: Con respecto al nivel de exposición a vibraciones a cuerpo entero (Tabla 3), algunos valores obtenidos en planta, no superan los límites máximos permisibles de exposición para los ejes x, y, z, para las frecuencias establecidas en la norma (STPS, 2001).

**Tabla 10.3** Estudio de ruido del área de extrusión de grasa

Departamento	Puesto	Número de trabajadores por turno	Tiempo máximo de exposición horas	Tipo de vibraciones
Planta alimentaria Lerma / extrusor	Operador	2	8	N/A

#### e. Factores Físicos

i. Posturas En la Tabla 10.4 se muestra como en la operación de extrusión se tiene una postura incorrecta en el operador, lo cual perjudica al operador provocándole cansancio muscular dolores de espalda con el paso del tiempo.

ii. Fuerza En la operación el operador aplica fuerza física ya que tiene que cargar los cubos de grasa, y tiene que subir escalones para vaciar el cubo a la tolva del extrusor, además terminando los 6 cubos por carrito, del contenedor tiene que jalar el carrito con los contenedores llenos y trasladarlos a la siguiente operación una distancia de 24 metros (Tabla 4).

iii. Repeticiones Las repeticiones que realiza el operador son muy frecuentes ya que cada tarima cuenta con 21 cubos de 25 kilogramos cada uno tiene que subir, vaciar, y volver a bajar los escalones, además con el peso de cada cubo implica (Tabla 10.4).













iv. Velocidad. El operador transporta el carrito con los dos contenedores llenos con un peso de 426 kilogramos a la operación z, con una velocidad de 0.5 metros/seg (Tabla 10.4).

v. Duración. En este mismo proceso de extrusión el operador cada 5 minutos, que es el periodo que tarda esta operación (Tabla 10.4).

vi. Carga Física y Mental. La carga física que realizan los operarios es de 25 kilogramos del cubo, la carga mental son cuando se acumulan varias tarimas en un turno y la siguiente línea les exige la grasa ya extruida para agregar los ingredientes.

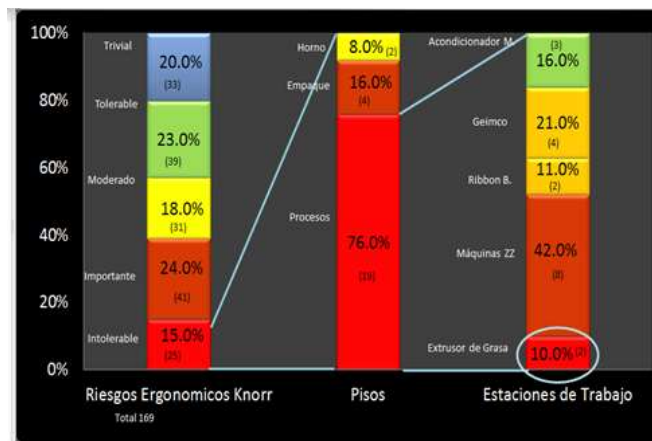
Se desarrolló una matriz de evaluación de riesgos ergonómicos a la salud (Tabla 10.4)., dentro de cada área de trabajo, para identificar las causas raíces o potenciales que se presentan dentro del extrusor de grasa y evitar lesiones que generen posibles costos para la organización ya que pueden ser elevados y en su defecto tener una incapacidad permanente. A partir de estos resultados se puede concluir que el riesgo intolerable obedece principalmente al levantamiento continuo de cubos de grasa de un peso aproximado de 20 Kg c/u.

**Tabla 10.4** Estudio del área de extrusión de grasa utilizando la metodología RULA

Descripción del proceso de extrusión de grasa AVH.					
N°	Descripción de la actividad	Evidencia	Riesgo ergonómico	Lesiones que puede causar	Evaluación
1	Toma cubo de grasa de la tarima		Carga inadecuada	Lumbalgia o contractura muscular.	Intolerable (7)
2	Carga cubo.		Levantamiento de carga.	Lumbalgia.	Intolerable (7)
3	Gira operador con cubo.		Sobre esfuerzo.	Mialgia (dolor muscular)	Intolerable (7)
4	Sube dos escalones de aproximadamente 43 cm de altura.		Levantamiento de carga y sobreesfuerzo	Desgarra muscular y contractura muscular	Intolerable (7)
5	Voltea cubo.		Movimiento repetitivo.	Tendinitis	Intolerable (7)
6	Coloca cubo en base de extrusor.		Sobreesfuerzo	Fatiga muscular	Intolerable (7)
7	Retira bolsa de cubo.		Movimiento repetitivo.	Tendinitis	Tolerable (4)
8	Enrolla bolsa.		Movimiento repetitivo.	Tendinitis	Intolerable (7)
9	Empuja cubo.		Sobreesfuerzo	Contractura muscular	Tolerable (4)
10	Extrusión de cubo.		N/A	N/A.	N/A.
11	Toma pala y limpia boquilla del extrusor.		Movimiento repetitivo.	Tendinitis	Moderado (5)
12	Traslado de carro a maquinas 22.		Sobre esfuerzo.	Contracciones musculares y lumbalgia por esfuerzo	Intolerable (7)
14	Limpia area de trabajo.		Fatiga muscular y movimientos repetitivos	Tendinitis.	Moderado (5)

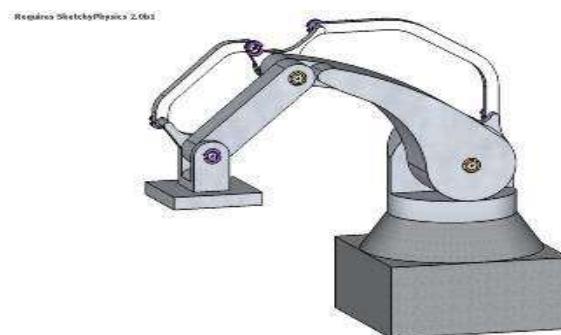
En el gráfico 10 se presentan los resultados de la evaluación de riesgos de acuerdo a la aplicación del método RULA. En la primera columna se visualizan los diferentes tipos de riesgos que prevalecen en la Planta alimentaria Lerma y que incluyen trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable. Los resultados de la evaluación mostraron que de los riesgos ergonómicos detectados un 15% de ellos son considerados intolerables. A partir de este dato se determinó en qué áreas se tienen los niveles más altos de riesgo, encontrando que en el área de procesos se encuentra el mayor porcentaje de riesgos intolerables, siendo la estación de extrusión de grasa la que concentra todos los riesgos intolerables.

**Gráfico 10** Descripción del análisis




Una vez identificado que el nivel de riesgo es intolerable en el extrusor de grasa se generaron algunas propuestas que permitieran disminuir la fatiga y riesgo en los trabajadores. La propuesta evaluada y aceptada fue la colocación de un brazo neumático en el área de extrusión de grasa que realizara la succión de cubos (Figura 10.3) evitando cargas manuales por parte del trabajador. Una vez instalado el brazo, se realizó nuevamente la evaluación del trabajo físico del operador el área de extrusión aplicando la metodología RULA y los resultados de este nuevo análisis se muestra en la Tabla 5. De acuerdo a la evaluación se obtuvo una reducción del 78% las cargas de trabajo físicas en el operador de la estación de trabajo.

**Figura 10.3** Brazo neumático de succión





**Tabla 10.5** Estudio del área de extrusión de grasa con brazo neumático utilizando la metodología RULA

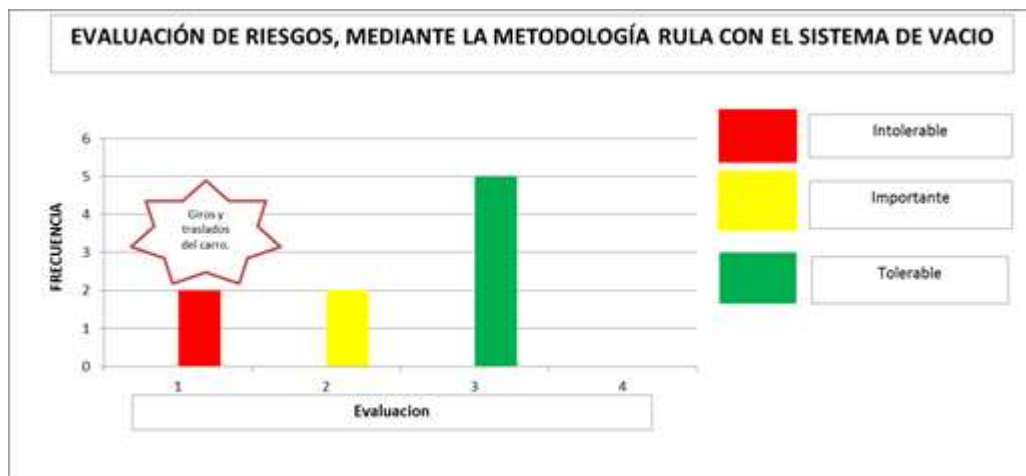
Descripción del proceso de extrusión de grasas A.T.S con el dispositivo de vacío.					
Nº	Descripción de la actividad	Entorno	Riesgo asociado	Lesiones que puede causar	Evaluación
1	Limpia el suelo de la Terma con el dispositivo.		Fatiga muscular	Artralgia de mano/lava	Tolerable (4)
2	Trabaja el suelo cuando se le solicita en la Sala del enfriamiento de las masillas.		Cansancio	N/D	Tolerable (4)
3	Mover la Sala de vacio.		Movimiento repetitivo	Tendinitis	Tolerable (4)
4	Envia la Sala		Movimiento repetitivo	Tendinitis	Tolerable (4)
5	Empuja suelo		Movimiento manual	ContraIndicaciones repetitivo	Tolerable (4)
6	Extrusión de vacio.		N/D	N/D	N/D
7	Terminado el área de vacio del enfriamiento.		Movimiento repetitivo	Tendinitis	Intolerable (5)
10	Envia masas		ContraIndicaciones	ContraIndicaciones musculares	Intolerable (5)
11	Trabaja en las áreas de máquinas de		ContraIndicaciones	ContraIndicaciones musculares y lumbalgia por esfuerzos	Intolerable (5)
12	Limpia área de trabajo.		Fatiga muscular y movimientos repetitivos	Tendinitis	Intolerable (5)

Al comparar los resultados del método RULA actual (brazo neumático) y anterior en la estación de extrusión de grasa (Tabla 6) los resultados son relevantes, ya que el número de actividades consideradas intolerables se redujo considerablemente.

**Tabla 10.6** Análisis comparativo de riesgos en estación de extrusor de grasa

	Antes	Después		
Evaluación	Frecuencia		Comportamiento	Porcentaj
Intolerabl	9	2	Disminuyó	78%
Important	2	2	Mantiene igual	0
Tolerable	2	5	Aumentó	150%
Trivial	0	0	Mantiene igual	0
Total	13	9		

La aplicación de la metodología RULA con el sistema de vacío, permite precisar si realmente se disminuyen los niveles de riesgos en el trabajador, resaltando en cuales operaciones se tienen áreas de oportunidad para lograr que todas sean tolerables. Por lo tanto, de acuerdo a él grafico 10.1 se observan como área de oportunidad las operaciones girar carro y traslado de material a máquina zz (2 operaciones), porque quedan dentro de la clasificación de intolerables para el trabajador.

**Grafico 10.1** Evaluación de riesgos con el sistema de vacío

De acuerdo con los resultados obtenidos y el método utilizado para el análisis y desarrollo del trabajo, se observa que en la etapa de diagnóstico debe incluirse una evaluación de la capacitación del operador, pues ya que como se muestra en la Tabla 2, la forma o método de levantar y trasladar el cubo de grasa es incorrecto y en consecuencia, se tienen hasta cinco actividades evaluadas como intolerables; con ello, la solución propuesta podría complementarse si el operador realiza las posturas adecuadas. En lo que se refiere a los resultados, resaltan las acciones 10 y 11, pues al haber implantado una solución tecnológica para las demás actividades, es congruente que el traslado del carro también sea asistido por medios electromecánicos y por lo tanto, estas actividades pasarían a ser tolerables, eliminando por completo las actividades de mayor riesgo.

### 10.3 Conclusiones

Las metodologías ergonómicas establecen que el empleador deberá adecuar los métodos de trabajo así como las máquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras. En tal sentido, deberá realizar los estudios pertinentes e implantar los cambios requeridos tanto en los puestos de trabajo existentes como al momento de introducir nuevas maquinarias, tecnologías o métodos de organización del trabajo a fin de lograr que la concepción del puesto de trabajo permita el desarrollo de una relación armoniosa entre el trabajador o la trabajadora y su entorno laboral.

El método RULA, evalúa los riesgos posturales y el factor riesgo por fuerzas. El evaluador podrá identificar las posturas inadecuadas, el número de veces en que el operario manipula el proceso realizadas para la ejecución de las actividades.

Aplicar estudios ergonómicos utilizando los métodos desarrollados en la investigación le permitirá a las Industrias identificar las fortalezas y oportunidades existentes en los distintos puestos de trabajo. Mejorar los puestos de trabajo aumentara la calidad de vida del trabajador, mejorará la producción, disminuirá las enfermedades ocupacionales y por ende los costos de la industria.

Asimismo, es necesario resaltar que actualmente sólo se presentan dos actividades que pueden considerarse como intolerables, y solo se presentan dos actividades consideradas como importantes, del total de las doce actividades que realiza el trabajador, lo cual representa una disminución importante de fatiga en el trabajador y por consiguiente menores tiempo de proceso, que será reflejado en los niveles de productividad de la empresa.

### 10.4 Referencias

Cimino, A., Longo, F., & Mirabelli, G. (2009). A multimeasure-based methodology for the ergonomic effective design of manufacturing system workstations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(2), 447-455.

Gómez-Conesa, A. (2002). Factores Posturales laborales de riesgo para la salud. *Fisioterapia*, 24(1), 23-32.

Massaccesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied Ergonomics*, 34(4), 303-307.

McAtamney L, Nigel Corlett E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.

Niebel, B. (2007). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.

Oborne, D. (1990). *Ergonomía en acción*, México: Trillas.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-015-STPS-2001, Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas-Condicionde Seguridad e Higiene.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-condicionde seguridad e higiene en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

## **Generación de empuje en aeroreactores utilizando biocombustible**

Pablo Arizpe, Pedro Argumedo, Oscar Serrano, Enrique Olivares y Merari Loera

P. Arizpe, P. Argumedo, O. Serrano, E. Olivares y M. Loera  
Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo (UPMH), Boulevard Acceso a Tolcayuca 1009, Ex Hacienda San Javier, 43860 Tolcayuca, Hidalgo, Departamento de Ingeniería en Aeronáutica  
parizpe@upmh.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

This paper focuses on the propulsion of jet engines and the measurement of thermodynamics parameters (pressure, temperature, mass flow, etc.) using specialized lab thermal equipment to get sustained nominal thrust with biofuels instead of fossil fuels, decreasing the specific fuel consumption of fossil fuels and the exhaust gas emissions.

## 11 Introducción

Un motor de combustión interna es una maquina térmica que transforma la energía proporcionada por un combustible en energía mecánica o cinética mediante un proceso llamado combustión, para ello utiliza diversos combustibles. Las aplicaciones de esta tecnología son diversas, entre ellas se puede mencionar a la generación de energía eléctrica, bombeo de agua y aceite, gasoductos, propulsión de vehículos terrestres, marítimos y aeroespaciales. En su mayoría dicha tecnología emplea combustibles fósiles derivados del petróleo como es el caso de la gasolina, el diesel, keroseno, turbosina (familias JET-A, JP4, JP5, etc). Lo anterior ha ocasionado que en las ultimas 3 décadas del siglo XX y primera del siglo XXI, se incrementen las cantidades de emisiones contaminantes a la atmosfera, sumado a ello el alza de precios en este tipo de combustible debido a la demanda del mismo, lo que en los últimos años ha orillado a la industria de los países industrializados a buscar diferentes tipos de combustible que tengan un origen diferente al de los combustibles fósiles, dicha iniciativa fue apoyada por diferentes tratados entre ellos la firma de la ratificación del protocolo de Kyoto celebrado en Japón en 2009 por varios países del mundo.

En base a estos esfuerzos se propusieron diferentes tipos de biocombustibles tanto líquidos como gaseosos, entre los combustibles líquidos se pueden encontrar el etanol, metanol, biodiesel, combustibles sintéticos entre otros, en cuanto a los combustibles gaseosos se puede encontrar el gas metano o gas natural. Los biocombustibles son una alternativa de energía renovable, que se mezclan en un cierto porcentaje (del 5 al 30% usualmente) con los combustibles fósiles reduciendo el consumo del mismo eliminando desechos productos de la combustión (NOx, CO, CO2, etc.) con ahorro en el gasto de combustibles fósiles. Los biocombustibles se pueden obtener del maíz, girasol, piñón, palmas, caña de azúcar, etc. que se producen a partir de cultivos agrícolas. Ya que no contienen azufre, no generan lluvias acidas y ayudan a proteger el medio ambiente así como su transporte y almacenamiento es más seguro que los combustibles fósiles. Los biocombustibles, para ser implementados en un Motor de Combustión Interna, deben producir una misma cantidad de empuje o potencia necesaria para la propulsión, con el beneficio de reducir el consumo de combustible derivado del petróleo y la emisión de gases, para ello se necesita comprobar que esto ocurra por medio de bancos de pruebas al certificar el funcionamiento de los motores. El equipo mínimo que debe contar un banco de pruebas para medición de parámetros en turbina de gas de uso aeronáutico es:

- Tacómetros, mide las revoluciones por minuto de la turbo maquina

- Flujo metros, calibrados de acuerdo a la altitud de operación y corregido de acuerdo a la rotación y fricción,
- Unidad de control de combustible, censa y regula la cantidad de combustible a suministrar.
- Sistema de anti fuego.
- Boroscopios, ayudan a visualizar partes internas del motor.
- Termopares, miden la temperatura en cada estación de la turbina, propiedad básica para calcular energías aprovechables y transferencia de calor.
- Barómetros y termómetros ambientales, miden las condiciones de entrada del motor.
- Dinamómetros, ayuda a medir la potencia en los ejes del motor.
- Programa de computo digital, arroja toda la información de los instrumentos de medición y el entorno se base de acuerdo al banco de pruebas que pueden ser.
- Medidores de presión, ayuda a medir la presión en cada etapa del motor y se verifica cuanto se comprime o se expande.
- Soportes principales y secundarios para el montaje del motor.
- Sistema de encendido, generalmente se inflama la mezcla aire y combustible por medio de una bujía.
- Sistema de lubricación, ayuda a evitar fricción en las partes móviles.

La tecnología antes mencionada, sirve para la medición de diversos parámetros en un motor, sin embargo, dichas pruebas se enfocan a la integridad del motor, más que al cuidado del medio ambiente, empleando combustibles alternativos que reduzcan la emisión de contaminantes. En este contexto, diferentes países industrializados (Alemania, Austria, Japón, Estados Unidos de América, Suecia, etc.) se han involucrado en la producción de biocombustibles para generar propulsión en transporte aéreo, terrestre y marítimo ayudando a eliminar emisiones contaminantes que constituyen un serio problema de normatividad y salud mundial. En México, ninguna universidad cuenta con el equipo necesario para la realización de pruebas de turbinas de gas, lo que representa un nicho de oportunidad en investigación aplicada y desarrollo tecnológico en esta área. En esta etapa del proyecto se han realizado cálculos analíticos de los parámetros termodinámicos de un aeroreactor específicamente de un J34D, funcionando con combustible fósil y comparando sus ventajas y desventajas con el mismo motor funcionando con biocombustible en diferentes porcentajes de producto natural, posteriormente se realizó una comparación del de consumo de combustible fósil (SFC) en base al poder calorífico teórico del biocombustible, mostrando sus resultados en la sección de resultados y discusiones de este mismo documento.

Se menciona un estudio completo para un dispositivo de destilación (alambique) que sirve para la producción de biocombustible, de esta forma se realizara una mezcla correcta con aceite y combustible para aeronaves en motores térmicos que funcionen con combustible fósil. Una vez teniendo la base teórica del alambique se inició una investigación detallada de empresas generadoras de biocombustibles, en dicho estudio se encontraron varias empresas en el país como SOLVEN.

Como un antecedente se puede mencionar que en 2011 la aerolínea española Iberia lleva a cabo el primer vuelo utilizando biocombustible con un Airbus A320, de Madrid a Barcelona con un ahorro de 1500 Kg de emisiones de CO<sub>2</sub> y disminuyendo así, el efecto invernadero, el empuje nunca se vio afectado por lo cual asegura que el uso de este combustible orgánico es seguro. También en 2011 la aerolínea mexicana Aeroméxico realizó el primer vuelo intercontinental con un Boeing 777-200ER de la ciudad de México con destino a Madrid, lo cual ayudo a ahorrar una tonelada y media de combustible Jet A o Turbosina a la aerolínea mexicana sin que el empuje se viera afectado de alguna forma. “Autoridades mexicanas y españolas afirman que el vuelo es un paso importante para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la aviación comercial, además que ayuda a diversificar las fuentes de energía” (BBC International).

### 11.1 Método

Método Analítico: En el método analítico ya se tiene calculado, en base al ciclo termodinámico Joule Brayton enfocado a turbinas de uso en aviación utilizando diferentes tipos de biocombustibles con su Poder Calorífico Inferior (PCI). Se realizó un estudio comparativo con ayuda de la teoría termodinámica desde el 10% de componentes naturales mezclados con hidrocarburos.

Como se sabe la constante del aire es  $R=286.9\text{J/KgK}$ , el calor específico a presión y a volumen constante es de  $1005\text{J/KgK}$  y  $717\text{J/KgK}$ , se aproximaron las constantes de los gases productos de la combustión para poder cuantificar el ciclo y mediante tablas ya elaboradas se pudo leer el poder calorífico inferior.

**Tabla 11** Poder calorífico de los biocombustibles (Biodiesel) y el JET A o turbosina, el numero indica el porcentaje de esencia natural, ejemplo B10- 90% fósil y 10% natural

Denominación	PCI (KJ/Kg)
B10	42390.4
B30	41240.0
B40	40605.4
B50	40089.1
B100	37517.4
JET A	43400

Se comprobó la rentabilidad para la obtención de biodiesel con el producto agrícola (Jatropha), comparando el peso después de la obtención, se midió la proporción óptima de la mezcla diesel-biodiesel en base al poder calorífico. Se eligió la semilla de Jatropha (producción agrícola) por su alto contenido de aceites en comparación con otras semillas, además de su buena adaptación en diferentes zonas geográficas.



De acuerdo a la ley de promoción y desarrollo de bioenergéticos (artículo 2) citada en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos artículos 25 y 27 fracción XX, se cumple con la especificación de no poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria del país. Eligiendo así la planta de *Jatropha* ya que esta no es comestible y no afecta la alimentación de la población. Esta semilla se puede obtener a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimenticia (SAGARPA).

Como se sabe la elaboración de un biocombustible es relativamente sencilla, en cualquier enciclopedia científica se puede encontrar la metodología para elaborar un biocombustible casero, el problema es la calidad con la que se genera este biocombustible, si la calidad es baja esto dañara a mediano y largo plazo la integridad estructural del motor además de que es necesario adaptar la cámara de combustión de un motor que funciona en base a un combustible fósil y hacerlo funcionar con una eficiencia sino mayor por lo menos igual que cuando funcionaba con un combustible fósil, por lo tanto se ha hecho estudios acerca de las normas de calidad para la producción de biocombustible.

**Tabla 11.1** Propiedades para cumplir con la norma ASTM D6751

Propiedad	Limites	Unidad
Punto de inflamación	130.0 min	°C
Agua y sedimentos	0.050 máx.	% vol.
Viscosidad cinemática	1.9-6.0	mm <sup>2</sup> /seg
Cenizas	0.02 máx.	% masa
Azufre	0.0015 máx.	ppm
Corrosión	N° 3 máx.	-
Índice de cetano	47 min.	-
Punto de enturbiamiento	A informar por cliente	°C
Residuo carbonoso	0.05 máx.	% masa
Acidez	0.8 máx.	mg KOH/g
Glicerina total	0.240 máx.	% masa
Contenido de fosforo	0.001 máx.	% masa
Temperatura de destilación	360 máx.	°C

NORMA ASTM D6751

**Tabla 11.2** Propiedades para cumplir con la norma ASTM D7467

Propiedad	Unidad	Mínimo	Máximo
punto de inflamación	°C	52	-
Agua o humedad	% vol.	-	0.05
ceniza	% (m/m)	-	0.01
azufre	ppm	-	0.0015
Corrosión en lamina de cobre	clasificación	-	No 3
Índice de cetano	-	40	-
acido	mg KOH/g	-	0.3
Contenido de biodiesel	% volumen	6	20

NORMA ASTM D7467

Método Práctico: Una vez elegida la materia prima a utilizarse, es necesario construir un invernadero para producir constantemente el biocombustible, se propuso primeramente un terreno de 100m<sup>2</sup> debido a que es un proyecto para fines de investigación continuo, se realizó un estudio completo para un dispositivo de destilación (alambique) que sirve para la generación de biocombustible. Con lo anterior se genera el biocombustible en base a normas estándares de calidad antes mencionadas en el método analítico y con ayuda de visitas industriales se asesora al punto de producir el biocombustible con alta calidad.

Después se debe adquirir una turbina con un banco de pruebas y hacer modificaciones a los inyectores para que se pueda ingresar el combustible con la relación combustible-aire en base al estudio analítico, con esto se hace funcionar a la turbina en el banco de pruebas, se mide las emisiones contaminantes y se predice la integridad estructural del motor para una vida útil igual a los que marcan los manuales de operación y mantenimiento de la turbina, reduciendo las emisiones contaminantes. De acuerdo a estudios realizados de proveedores de compra y venta de motores de uso aeronáutico se decidió en primera instancia adquirir un modelo de turbina J34D.

## 11.2 Resultados

Características del alambique que se diseñó

**Tabla 11.3** Ficha técnica alambique

Alambique		
Capacidad	60	litros
Tamaño	110X115A	cm
Largo	56	cm
Espesor	1.1	mm
Peso Neto	18.9	Kg
Accesorios	Decantador, Criba: Cobre, Concentrador de azúcar, termómetro, Embudo.	

Motor Propuesto, Westinghouse J34 en la aeronave Douglas F3D SkyNight

**Tabla 11.4** Ficha Técnica Motor

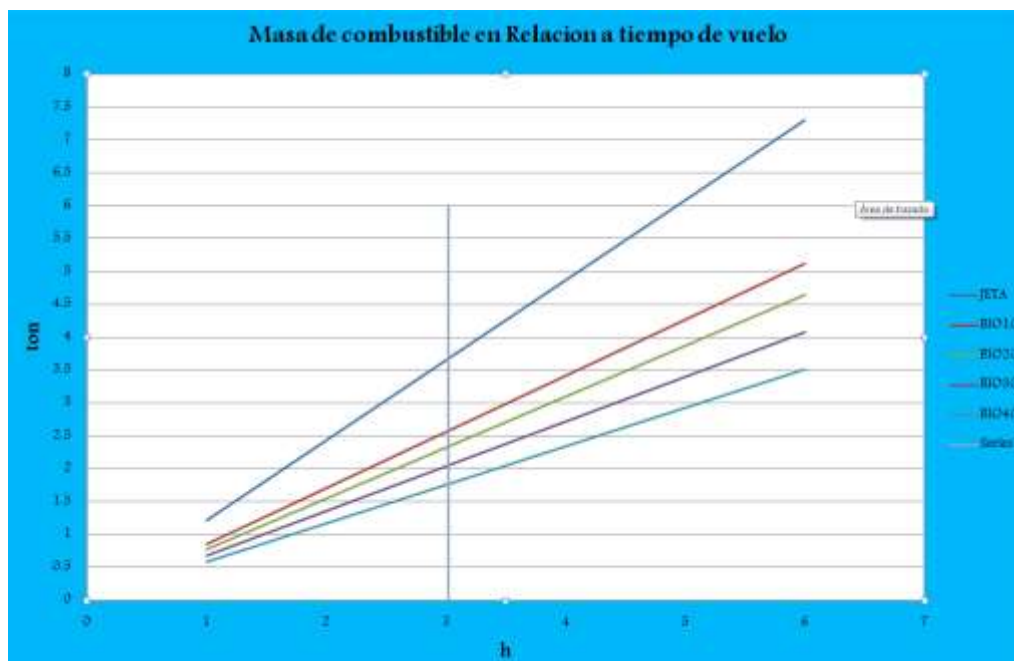
Ficha Técnica del Motor		
Tipo de motor	Turbo Jet	
Largo	112	in
Diámetro	27	in
Peso seco	1207	Lb
Compresor	Axial	11 Etapas
Tipo de cámara de combustión	Anular	
Empuje	3400	Lb
Relación de presiones	4.35:1	
Consumo específico de combustible	1.04	Lbm/Lb-hr

Cálculos analíticos del ciclo Joule Brayton para un aeroreactor con dos altitudes de operación (NM y Techo operativo de la aeronave).

**Tabla 11.5** Calculo del ciclo para obtener diámetro y fijar las características de diseño

Calculo Joule Brayton para turbo jet con características del motor propuesto										
h	$\pi$	C	P0	T0	den0	MACH	PT0	TT0	PT1	TT1
m		m/s	KPa	K	Kg/m <sup>3</sup>		KPa	K	KPa	K
NM	4.35	0	101.32	288.15	1.22	0	101.32	288.15	101.32	288.15
11200	4.35	203.20	21.90	215.35	0.35	0.69	30.13	235.91	29.97	235.91
PT2	TT2	WC	TT3	PCI	Cpg	kg	Rg	f	PT3	WT
KPa	K	KJ/Kg	K	KJ/Kg	J/KgK		J/KgK		KPa	KJ/Kg
440.76	440.76	177.85	700	43200	1140	1.33	284.5	0.00807	431.94	177.85
131.08	131.08	145.61	700	43200	1140	1.33	284.5	0.0101	128.46	145.61
PT4	TT4	$\pi_{exp}$	TT5	PT5	T5	P5	T5real	C5	DP	den
KPa	K		K	KPa	K	KPa	K	m/s	KPa	Kg/m <sup>3</sup>
158.89	546.18	2.71	546.18	158.89	488.48	101.32	490.21	358.30	0	0.72
57.86	574.32	2.22	574.32	57.86	451.29	21.90	454.98	523.21	0	0.16
TS	m	Diámetro								
N.s/Kg	kg/s	m								
361.19	41.86	0.69								
325.30	46.47	0.90								

**Grafico 11** Masa de combustible (Ton) fósil en relación a tiempo de operación con el motor (h)



**Tabla 11.6** Consumo específico de combustible para cada tipo de biocombustible y turbosina

Consumo de combustible Fossil							
	m	T	T	f	mf	mf	Consumo
	Kg/s	N	Kgf		Kg/s	kg/s	Kg/Nh
JETA	41.86	15120.00	1541.28	0.008077	0.3381	0.3381	0.08050
BIO10		15120.93	1541.38	0.006295	0.2635	0.2371	0.05646
BIO20		15119.97	1541.28	0.006423	0.2689	0.2151	0.05121
BIO30		15121.48	1541.44	0.006394	0.2676	0.1873	0.04460
BIO40		15124.66	1541.76	0.006478	0.2712	0.1627	0.03873
BIO100		15117.85	1541.06	0.006961	0.2914	0.0000	0.00000

**Tabla 11.7** Perdida de empuje al usar biocombustibles

Perdida de empuje	
	%
JETA	0.00
BIO10	4.32
BIO20	4.48
BIO30	4.56
BIO40	4.61
BIO100	4.73

**Tabla 11.8** Ahorro en pesos mexicanos por cada 3 horas de vuelo

Ahorro en un vuelo en pesos mexicanos					
Tiempo (h)	JETA	BIO10	BIO20	BIO30	BIO40
3	0.0000	33610.7483	32957.2683	32849.7631	32676.7272

### 11.3 Discusión

Un dato proporcionado por la SAGARPA es el peso del producto agrícola que nos produce un litro de biocombustible y poder observar la rentabilidad, es decir el número kilogramos que se necesita producir de materia agrícola para obtener un litro de biocombustible es de 4.1 Kg por litro. 1.5 toneladas de semilla por hectárea (en zonas marginada) y 5 toneladas de semilla por hectárea (en zonas de riego).

Como se puede observar en la tabla 11 el poder calorífico en los biocombustibles va disminuyendo conforme se agrega sustancia natural, por lo que la masa del combustible total puede aumentar para el tiempo de operación del motor, pero el porcentaje de combustible fósil disminuye y es el objetivo que se persigue ya que reduce emisiones contaminantes.

Hay que hacer mención que el empleo de mezclas con más de 30% de biodiésel puede presentar problemas de solidificación en frío, lo que obstruiría el sistema de alimentación de combustible del motor.

La tabla 11.5 muestra el cálculo analítico del ciclo Joule Brayton aplicado para turborreactores, en el cual se obtuvo un diámetro de 69cm para un diseño a Nivel del Mar, comparando este resultado con el de la ficha técnica del motor (Tabla 11.4, 27in o 68.58cm) se puede observar que el resultado arrojado en los cálculos es preciso por lo que únicamente se cambia el combustible y se puede determinar la pérdida de empuje.

En el grafico 11 se puede observar que mientras más porcentaje de producto natural tenga la mezcla menos masa de combustible fósil se necesita, la línea vertical indica la autonomía (el tiempo de vuelo operativo) de la aeronave propuesta para el motor (3.02h).

Por supuesto que el biocombustible únicamente se probara en bancos de prueba en tierra pero se realizó un cálculo preciso del ahorro en combustible fósil.

Como se puede observar en la tabla 11.6 el consumo de combustible fósil decrece desde 0.08050Kg/Nh hasta 0.05646Kg/Nh con un B10 y así sucesivamente, lo que implica un ahorro considerable pero esto provoca una pérdida de empuje de 4% (Tabla 11.7) debido a las constantes de los gases y al poder calorífico de cada combustible y va disminuyendo gradualmente conforme se incrementa la cantidad de esencia natural en la mezcla con combustible fósil. Con lo anterior se debe incrementar la relación biocombustible-aire para mantener el empuje invariable.

Analizando también la Tabla 11.8 del tiempo de 3h como autonomía normal, se ahorra cerca 33000 pesos mexicanos por cada operación de 3h de la aeronave o por cada tres horas de funcionamiento del motor en base a los precios de la turbosina y al biodiesel.

Realizando un cálculo similar en un motor Diesel se visualiza en la siguiente Tabla la pérdida de potencia del motor con los diferentes tipos de biocombustible.

**Tabla 11.9** Pérdida de potencia al usar biocombustibles en motores diésel

	POT (HP)	%perdida
Diesel	300.294862	0.0
B10	297.769529	0.8
B20	291.078736	3.1
B30	289.235045	3.7
B40	287.387865	4.3

## 11.4 Conclusiones

El cuidado del ambiente es un tema que preocupa y ocupa a todos los países. Las consecuencias de modelos de desarrollo, pasados y actuales, que no han tomado en cuenta al medio ambiente, se manifiestan inequívocamente en problemas de orden mundial como el cambio climático.

En relación con el cambio climático, el impacto de los gases de efecto invernadero es cada vez más evidente. En México, el consumo de combustibles fósiles es el factor que genera en mayor medida dichos gases, lo cual se ve agravado por la falta de un sistema de transporte eficiente que reduzca su generación.

El uso de biocombustibles para la propulsión de aeronaves, vehículos terrestres y marítimos es un claro ejemplo de reducir emisiones contaminantes ayudando a mantener limpio el medio ambiente sin tener alguna limitante en la generación de propulsión, así mismo, coadyuva a nivel regional al producir en mayor cantidad cultivos agrícolas y ahorrar en el consumo de combustible fósil en cada MCI.

En este sentido, el viejo Plan Nacional de Desarrollo, tiene como uno de sus objetivos la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), teniendo como estrategia el Impulsar la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares, para lograrlo considera necesario contar con combustibles más limpios y limitar así las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por otro lado, si bien es cierto, es sumamente importante la reducción de emisiones contaminantes y el uso de combustibles fósiles, la potencia o empuje generados en un motor, independientemente a la aplicación, no debe verse afectada, pues si así fuera, se tendrían también algunas consecuencias en los motores, como reducción de la vida útil del mismo, e incremento en las acciones de mantenimiento del mismo, elevando con ello costos a los propietarios de estos en sus diversas aplicaciones.

En este contexto, el proyecto busca la generación de propulsión en motores de combustión interna alternativos y rotativos, empleando un biocombustible que proporcione una potencia o empuje similar al producido por un combustible fósil, teniendo como consecuencia la reducción de emisiones contaminantes y reducción del uso de combustibles fósiles, pero sin afectar la integridad estructural de los motores que utilicen esta tecnología.

Se concluye que la utilización del biocombustible reduce enormemente las emisiones de los gases contaminantes y se demuestra que el empuje se reduce para unas características similares de operación en el motor por lo que la cantidad de biocombustible aumenta pero se reduce la cantidad de combustible fósil y restaría analizar de forma practica el efecto estructural a mediano y largo plazo del motor por supuesto cumpliendo las normas de calidad del biocombustible.

## 11.5 Referencias

Giacosa d. (2000). Motores endotérmicos. España. Ediciones Omega S. A

Álvarez Cuesta M. (2001). Motores de reacción. España. Ediciones T. Thomson Saravanamutto H., Rogers G., Cohen H., Stranznicky P. (2009) Gas turbine theory. Inglaterra. Ediciones Prentice hall.

Mataix C. (1982). Mecánica de fluidos y maquinas térmicas. USA Ediciones Alfaomega.

White M.F. (2008). Mecánica de fluidos. España. Ediciones Mc Graw-Hill.

Bathie W. (1987). Fundamentos de turbinas de gas. USA. Ediciones Limusa.

**Habilitación de invernadero con sistema automático para el control de temperatura por medio de colectores solares y almacenamiento térmico así como el diseño de biodigestor para la realización de proyectos multidisciplinarios de impacto en la región.**

Adriana Herlinda, José Robles, Adriana Sánchez y Guillermo Gutiérrez

A. Herlinda, J. Robles, A. Sánchez y G. Gutiérrez  
Universidad Politecnica de Zacatecas, Ingeniería y Tecnología, Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sustentable Plan del  
Pardillo S/N, Parque Industrial, Fresnillo, Zac.  
jmroblessolis@yahoo.com

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.



## Abstract

Production in protected agriculture (greenhouses) in the state of Zacatecas has increased significantly, reaching far more than 509 hectares (Acosta Reveles, 2011). In recent years there have been temperatures up to 10 ° C below zero for long periods in the wee hours, which has caused loss of production in greenhouses up to 86%. (Díaz Vicuña, 2013). The main objective of this project is to contribute to the progress of the field by incorporating regional technology at an affordable price incorporating a temperature control system using solar collectors and thermal storage as well as the design of a biodigester that will maintain a temperature suitable for the crop development even during winter. After you enable and automate the greenhouse, is planned for conservation projects of endemic plant species of great importance in the region, as well as studies for the biological control of pests that damage crops in greenhouses. In the realization of this project will be involved teachers and students from various disciplines such as Mechatronics, Energy, Biotechnology, Industrial Engineering and International Business Administration.

## 12 Introducción

Con el establecimiento de los tratados de libre comercio el país está obligado a ser más competitivo. Uno de los rubros más sentidos por la globalización es la producción agrícola mexicana, ya que carece de tecnificación lo que lo convierte en un sector poco competitivo.

En un estudio realizado por SAGARPA (2012) se señala que en México las personas empleadas en la agricultura son siete veces más que en Estados Unidos con una producción agrícola respecto al PIB sólo 2.77 veces mayor, lo que representa un índice de productividad 4 veces menor que el que se tiene en E.E.U.U. Por lo anterior es importante incorporar la tecnología al campo mexicano para hacerlo más productivo.

La agricultura protegida ha tenido un crecimiento constante en los últimos años sobre todo a raíz de los cambios climáticos los cuales han repercutido en la baja productividad de la agricultura tradicional, por lo que se han presentado problemas de desabasto alimenticio y una desestabilidad en los precios. (Gómez Méndez, 2012)

Dentro del Inventario Nacional de Agricultura protegida que se realizó en 2011 por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) el estado de Zacatecas no figuraba dentro de este censo (servicio de información agroalimentaria y pesquera, México, 2011). En la actualidad se tienen conformadas organizaciones civiles de productores en Agricultura protegida (invernaderos y casa sombra) tal como la asociación de “Propietarios de Invernaderos de Zacatecas” la cual abarca los municipios de Fresnillo y Jerez, dirigida por Díaz Vicuña, (2013) quien señala que en épocas invernales las heladas afectan considerablemente los rendimientos de producción.

Por lo anterior, aún y cuando los de invernaderos ofrecen una opción para la producción en cualquier época del año, los productores del estado de Zacatecas han optado por restringir la producción agrícola en época invernal, al renunciar a un ciclo productivo a causa de los altos costos que se presentan para la climatización en esta temporada del año.

La Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2005 inició a realizar proyectos relacionados con la agricultura protegida, por lo que se construyó un invernadero con control automático de riego por medios hidropónicos, obteniendo resultados satisfactorios en el control y ahorro de agua.

Posteriormente se trabajó en el diseño y puesta en marcha de un prototipo de invernadero automático de 4 x 4, en el cual se implementó un control de temperatura, humedad y cantidad de agua, desarrollando con esto el análisis de los parámetros a considerar para la construcción y puesta en operación de un invernadero con dimensiones mayores. (Robles Solís, García Ruiz, & Gutiérrez Villegas, 2009)

En la actualidad se trabaja en la construcción de un invernadero de 12 x 60 m, por lo que a la fecha se cuenta con la estructura de acero ya instalada la cual se utilizará de base para el presente proyecto, quedando pendiente continuar con la construcción física del invernadero, para así realizar la implementación y puesta en marcha de un sistema híbrido solar-biogás para el acondicionamiento térmico y de esta manera disminuir los consumos de combustible utilizando energía renovable.

Lo anterior ya que en el estado de Zacatecas se cuenta con un recurso solar privilegiado de 6 kWh/m<sup>2</sup> en el plano, aún en el periodo otoño-invierno normal (Villagrana Muñoz et.al. 2008), por lo que la radiación solar es un fuente de energía que se puede aprovechar para la climatización de los invernaderos además de que en el campo es posible implementar sistemas de biodigestores y con esto reducir los consumos de combustible para el acondicionamiento de la temperatura ya que en estas épocas son muy elevados, por lo cual, muchos cultivos resultan inviables, desde el punto de vista económico, en estos periodos, aún en invernaderos. Por ello es vital buscar sistemas alternativos y evaluar su eficiencia.

Por otro lado, se ha trabajado en vinculación con el cuerpo académico de Biotecnología Experimental de la Universidad Autónoma de Zacatecas en el proyecto FOMIX denominado “Generación de herramientas biotecnológicas para la fitoextracción de metales pesados de suelos contaminados” en el cual una de las actividades principales a desarrollar por parte del Cuerpo Académico de Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sustentable de la UPZ es la realización de pruebas de invernadero de las plantas seleccionadas como acumuladoras, por lo que es necesario contar con la infraestructura de un invernadero para cumplir con los compromisos establecidos en el proyecto.

Por todo lo anterior, el objetivo principal del presente proyecto es habilitar un invernadero experimental con control de parámetros básicos de temperatura, pH, humedad, CO<sub>2</sub> y nutrientes que aumente la sustentabilidad del mismo para realizar proyectos que beneficien a la región. Así también coadyuvar al progreso del campo mediante la incorporación de tecnología regional a un precio accesible incorporando un sistema de control de temperatura mediante colectores solares y almacenamiento térmico que permitan mantener una temperatura adecuada para el desarrollo de los cultivos aún en épocas invernales.

## 12.1 Metodología

Partiendo del hecho de que en la Universidad Politécnica de Zacatecas se cuenta con la estructura de un invernadero de 12x60 (ver figura 12) se continuará con la instalación del recubrimiento plástico y la adecuación para la implementación de los sistemas para el control de temperatura y el acondicionamiento térmico en el invernadero.

**Figura 12** Estructura de invernadero UPZ



La actividad principal de un invernadero es generar un microclima controlado para favorecer los procesos productivos vegetales. El microclima debe enfocarse al control de la temperatura, la humedad, la ventilación y la luz. Con el correcto control de éstas es posible incrementar la producción de especies vegetales, por ejemplo ciertos cultivos que dependen de las condiciones variables del clima para su crecimiento como la temporada de lluvias, los meses de calor o vientos de baja intensidad. Por ello se diseñará e instalará un prototipo de colectores solares con almacenamiento térmico para el acondicionamiento de temperatura del invernadero evaluando su efectividad sobre todo para épocas invernales donde las temperaturas descienden a varios grados bajo cero.

Las condiciones que permitan maximizar el rendimiento de los cultivos en un invernadero se deben investigar con base en las siguientes características:

- Ventilación
- Temperatura
- Humedad

- PH
- Cantidad de agua
- Cantidad de fertilizante

La temperatura es un factor que afecta al crecimiento de los cultivos de manera muy importante, a tal grado que hay cultivos que solo pueden crecer en un cierto intervalo de temperatura, por este motivo es de vital importancia que se controle este parámetro y se encuentre el valor del mismo que permita maximizar el rendimiento de los cultivos, además, es necesario medir la temperatura en varios puntos del invernadero, esto a través de sensores de temperatura correctamente distribuidos en todo el invernadero. Se realizará un estudio para determinar la ubicación estratégica de los sensores y poder establecer los puntos de monitoreo más adecuados.

En ese sentido, se diseñará un prototipo para la captación solar por medio de colectores solares utilizando en todo momento la experiencia del grupo de trabajo que se ha generado a través de trabajos previos.

Se diseñará un prototipo para la captación y almacenamiento térmico de energía solar fototérmica en base al volumen de aire contenido en el invernadero, a la conductividad térmica de las paredes, a la diferencia de temperaturas interior y exterior, promedio y crítica así como a la condición de temperatura mínima requerida para evitar la congelación del producto.

El sistema fototérmico consta de tres subsistemas principales:

- 1) Sistema de captación solar: se propone como primer alternativa un sistema de colectores planos dado que las necesidades de temperatura al interior del invernadero se encuentran en el rango de 4 a 25°C por lo que este tipo de sistemas han mostrado su efectividad bajo estas condiciones.
- 2) Sistema de Almacenamiento térmico: Consta de un termo tanque intercambiador de calor en el cual se incluirán materiales de prueba que cubran con las siguientes propiedades principales: buena conductividad térmica y alta densidad, punto de fusión en el rango entre 30 y 70° C y un calor latente superior a los 200kJ/kg con la finalidad de almacenar grandes cantidades de energía térmica por cambio de fase del material almacenado. Se propone que el termo fluido en el circuito primario sea agua u aceite y en el circuito secundario aire.
- 3) Sistema de Control de temperatura: Consta de la integración del circuito secundario de aire al interior del invernadero mediante un sistema de ventilación de aire forzado el cual extraiga el calor del termotanque y lo distribuya en el interior del invernadero. La temperatura en el interior será controlada por la velocidad del ventilador que posee un control proporcional de temperatura multisensor.

**Instalación del sistema de ventilación:**El sistema de ventilación es un dispositivo esencial para el acondicionamiento térmico del invernadero, por lo cual este tiene que estar interconectado con el sistema principal de control de temperatura. En esta etapa se instalará un sistema automático de apertura y cierre de ventanas ya que el diseño considera una ventilación natural (Rico García et. al., 2008b).

**Instalación de sensores:** Se analizan las dimensiones del invernadero además de la distribución de la temperatura para definir la ubicación de los diferentes sensores (como el de temperatura, humedad y pH).

**Diseño de los colectores Solares:**Se propone como primer alternativa un sistema de colectores planos dado que las necesidades de temperatura al interior del invernadero se encuentran en el rango de 4 a 25°C por lo que este tipo de sistemas han mostrado su efectividad bajo estas condiciones. Por otro lado, la temperatura necesaria para el sistema no es superior a los 100°C ya que de requerir una temperatura mayor los colectores tendrían que ser de concentración solar, parabólicos o de canal parabólico lo que incrementaría sensiblemente la inversión y los costos de mantenimiento.

**Sistema de Almacenamiento Térmico.**Consta de un termo tanque intercambiador de calor en el cual se incluirán materiales de prueba que cubran con las siguientes propiedades principales: punto de fusión en el rango entre 30 y 70° C y un calor latente superior a los 200kJ/kg con la finalidad de almacenar grandes cantidades de energía térmica por cambio de fase del material almacenado, además poseer buena conductividad térmica y alta densidad. Se propone que el termo fluido en el circuito primario sea agua u aceite y en el circuito secundario aire.

Para la correcta operación del sistema de acondicionamiento térmico en invernadero se instalará un de control de temperatura que controle el circuito secundario de aire al interior del invernadero mediante un sistema de ventilación de aire forzado el cual extraiga el calor del termo tanque y lo distribuya en el interior del invernadero. La temperatura en el interior será controlada por la velocidad del ventilador que posee un control proporcional de temperatura mult sensor.

**Sistema de control de Variables:**

El sistema de control instalado en el invernadero experimental, se realizará por medio de una plataforma de programación visual (LabView), que permita seleccionar, programar y monitorear variables desde una PC. La interfaz gráfica se diseñará de forma sencilla e intuitiva con diferentes niveles para el usuario de acuerdo a las actividades asignadas (Administrador o usuario).

Dentro del sistema de control se proponen dos modos de operación: manual y automático. En modo manual se podrán observar los diferentes sensores y activar los actuadores de manera independiente para verificar su funcionamiento. En modo automático se seleccionará el tipo de cultivo (tomate o pepino) y de forma automática se ajustará la temperatura.



7	Realizar las pruebas experimentales para la producción de dos de los principales cultivos de la región y la generación de plantas endémicas en peligro de extinción.													
8	Evaluar, calificar y analizar los datos obtenidos de la prueba experimental para determinar las condiciones óptimas de producción de cada cultivo.													

Este proyecto permite que se integren diversas disciplinas. En el trabajo de recubrimiento plástico y la automatización estarán trabajando docentes y alumnos de las ingenierías en Mecatrónica e Ingeniería Industrial. En el diseño de colectores solares trabajarán personal de la Ingeniería en Energía. En el diseño del Biodigestor docentes y alumnos de la Ingeniería en Biotecnología. Después de la habilitación del invernadero, como segunda fase del proyecto estarán realizando proyectos de agronegocios alumnos de la licenciatura en Negocios Internacionales.

Resultados esperados a corto y mediano plazo:

Los resultados esperados a obtener durante la realización del proyecto son los siguientes:

- 1) Prototipo de Invernadero de 12 x 60 m de tipo modular-experimental que sirva de base para implementación del control de temperatura además de permitir el control de los parámetros que influyen en el rendimiento de la producción.
- 2) Prototipo de sistema para almacenamiento térmico.
- 3) Prototipo de biodigestor.
- 4) Colectores solares para la captación solar y el control de temperatura para un invernadero de 12 x 60 m.
- 5) Un protocolo de tesis doctoral.
- 6) Dos manuales de operación para el biodigestor y el sistema de control automático del invernadero.
- 7) Tres informes técnicos.
- 8) Tres artículos indexados.

## 12.2 Discusión

Un problema que se ha estado observando en Zacatecas en el sector agrícola, es que las cosechas han disminuido su rendimiento por la falta de rotación de cultivos y la sobre explotación de la tierra, además de que las reservas de agua en el estado han disminuido sus niveles en los últimos años, a tal grado que de los 34 acuíferos casi el 50% están siendo sobre explotados (Grupo informador, 2013), por lo que la producción agrícola dependen mucho del temporal, el cual es muy impredecible. Aunado a esto, se debe considerar la fluctuación en los precios de los productos al momento de la cosecha, con lo que se genera un panorama no atractivo para los agricultores. En la actualidad el estado de Zacatecas y principalmente en los municipios con características climatológicas semidesérticas, la producción agrícola está pasando por una de las más severas crisis por diferentes tipos de factores ambientales como lo son: exceso de lluvia, sequía, granizadas, nevadas, heladas, o incluso la intervención de algún tipo específico de plaga en los cultivos, que ha hecho que se enciendan los focos rojos, ya que la agricultura es una de las principales actividad económica en varios municipios, además de que el estado ocupa los primeros lugares a nivel nacional en la producción de frijol, tuna, durazno, zanahoria, uva, tomate y guayaba. (INEGI, 2013). Dado lo anterior, se requieren implementar sistemas que apoye a que las cosechas no dependan del temporal, por lo que es importante innovar en las formas de aprovechamiento de los recursos naturales para mejorar la producción agrícola, con lo que se mejorarían las condiciones competitivas y laborales del campesino y se colocaría a la región en un mejor plano de competitividad en la producción agrícola. Por lo que el presente proyecto pretende trabajar en ello.

## 12.3 Conclusiones

En el estado existen invernaderos con sistemas automáticos para el control de temperatura. Estos sistemas están basados en combustibles fósiles tales como el gas natural, o en el mejor de los casos por medio de calentadores eléctricos, por lo que los gastos de producción en esta época superan la utilidad económica. Por lo anterior, la producción en época invernal no se considera rentable para los productores del estado. Por otra parte, el recurso solar del estado de Zacatecas es de los más altos del país y del mundo, 6 Kwh/m<sup>2</sup> promedio anual en el plano normal. (Villagrana Muñoz et al. 2008) La realización de este proyecto permitirá comprobar la hipótesis de que la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de energía solar disminuyen el consumo de combustible que se utiliza para el acondicionamiento térmico en los invernaderos. Además de comprobar que el empleo de sistemas solares para el acondicionamiento térmico en invernaderos, permite a los productores de la región producir cultivos en invernadero en cualquier estación del año. También es importante mencionar, que al incluir varias disciplinas permitirá obtener mejores resultados en el proyecto, el cual solo será la base para realizar otros.

## 12.4 Referencias

Acosta Reveles, I. L. (febrero de 2011). Mujeres en el Medio Rural: Conflictos Tradicionales, Prácticas Emergentes y Horizontales. Recuperado el 08 de Mayo de 2013, de [http://www.eumed.net/librosgratis/2011f/1143/panorama\\_nacional\\_y\\_estatal\\_de\\_los\\_nuevos\\_procesos\\_de\\_produccion\\_](http://www.eumed.net/librosgratis/2011f/1143/panorama_nacional_y_estatal_de_los_nuevos_procesos_de_produccion_)



Carrollo Reveles, D. A., & Vázquez Minjares, J. L. (2008). Automatización de un invernadero utilizando el PLC S7-200. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.

Carrollo Reveles, D. A., Vázquez Minjares, J. L., Villela Varela, R., Beltrán Telles, A., Reyes Rivas, C., & González Elías, M. E. (2008). Control del Clima de un Invernadero. *Investigación Científica*, 4(2), 8.

Castañeda Miranda, R., Ventura Ramos, E. J., Peniche Vera, R. D., & Herrera Ruiz, G. (2007). Análisis y Simulación del Modelo Físico de un Invernadero bajo Condiciones de la Región Central de México. *Agrociencias*, 41(3), 317-335.

Castro, M., & Colmenar, A. (2008). Energía Solar térmica de Baja Temperatura. *Renobables, Monografías Técnicas de Energía*.

Castro, M., Colmenar, A., Carpio, J., & Guirado, R. (2006). Energía Solar Térmica de Media y Alta Temperatura. *Monografías Técnicas en Energías Renovables*.

Comite Técnico de normalización AEN/CTN 94, "Energía Solar Térmica". (2007). *Energía Solar Térmica (Normas UNE)*. Censolar.

Díaz Aguirre, A. (28 de Abril de 2013). Producción en invernaderos de Zacatecas. (J. Robles Solís, Entrevistador) Rio Florido, Zacatecas, México.

Díaz Vicuña, P. C. (06 de Mayo de 2013). Perdidas en invernaderos por bajas temperaturas en el estado. (J. M. Solís, Entrevistador).

Gómez Méndez, E. (2012). Producción de Jitomate (*Solanum -lycopersicum L.*) bajo condiciones protegidas e hidroponía en Tabasco" Tesis de Doctorado. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Posgraduados Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.

Gonzalez, A. J., Carreras Planells, R., & Montserrat Ribas, S. (2006). *Tecnología Energética y Medio Ambiente I*. Edicions UPC.

Grupo informador. (Abril de 2013). Urge Modernizar más de 5mil pozos profundos en Zacatecas. *El Campirano*, 07(88), págs. 14-16.

INEGI. (2013). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/economia/default.aspx?tema=me&e=32#sp>

Jones, J. W., Hwang, Y. K., & Seginer, I. (1994). Simulation of greenhouse crops, environment and control. *Acta Horticulturae*, 399, (págs. 73-86).

Rico García , E. (2008b). Modelación Climática en Invernaderos: Ventilación Natural, Tesis de Doctorado. Santiago de Querétaro, Qro.: Universidad Autónoma de Querétaro.

Rico García , E., López Cruz , I. L., Herrera Ruíz , G., Soto Zarazúa, G. M., & Castañeda Miranda, R. (2008a). Effect of Temperature on Greenhouse Natural Ventilation Under Hot Conditions: Computational Fluid Dynamics Simulation. *Journal of Applied Sciences*, 8(24), 4543-4551.

Robles Solís, J. M., Garía Ruiz, M. A., & Gutiérrez Villegas, J. C. (2009). Invernadero Automatizado. Fresnillo Zacatecas: Universidad Politécnica de Zacatecas.

Rodriguez, E. (1996). Efecto de la poda y densidad de población en el rendimiento y calidad de fruto de jitomate. Universidad Autónoma de Chapingo. México: Universidad Autónoma de Chapingo.

SAGARPA. (2012). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado el 01 de Mayo de 2013, de [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Paginas/potencial\\_productivo.aspx](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Paginas/potencial_productivo.aspx)

servicio de información agroalimentaria y pesquera, méxico. (25 de Novbembre de 2011). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimenticia . Recuperado el 11 de mayo de 2013, de inventario nacional de agricultura protegida: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=397](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=397)

Tchamitchian, M., L., G. v., & G., v. (1992). Short term dynamic optimal control of the greenhouses climate. The Netherlands: MRS report.

Udink Ten Cate, A. J. (1985b). Modelling and Simulación in Green houses climate control. *Acta Horticulturae* 174, (págs. 461-467).

Van-Henten, E. J. (1994). Greenhouse climate management: an optimal control approach. PhD. thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Van-Henten, E. J. (2000). Sensitivity analysis of an optimal control problem in greenhouses climate managment. *Biosystems Eng.*(85), 335-364.

Villagrana Muñoz, L. E., Valero Luna, C. Y., García González, J. M., & Durón Torres, S. M. (Mayo-Agosto de 2008). Evaluación del Potencial de Radiación Solar de Zacatecas a partir de Mediciones de Radiación Global y Difusa. *Investigación Científica*, 4(2), 1-6.

## **Implementación arquitectura general para la construcción de identificadores de huellas dactilares distribuidas**

Guadalupe Morales, Nelson Rangel y Miguel Morales

G. Morales, N. Rangel y M. Morales

Universidad Politécnica de Victoria, Av. Nuevas Tecnologías 5902, Parque Científico y Tecnológico de Tamaulipas, Carretera Victoria - Soto la Marina Km. 5.5, Ciudad Victoria, Tam. México, C. P. 87138

CINVESTAV, Unidad Tamaulipas Laboratorio de Tecnologías De Información, Parque Científico y Tecnológico TECNOTAM -- Km. 5.5 carretera Cd. Victoria- Soto La Marina, C.P. 87130 Cd. Victoria, Tam.

[nrangelv@upvictoria.edu.mx](mailto:nrangelv@upvictoria.edu.mx)

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

Currently various government agencies have fingerprints databases. Even with that information existing mechanisms do not have the ability to integrate it in order to identify persons using a fingerprint, either latent or from some other means, which usually are located in different geographic locations. In this paper we propose the design of an architecture that allows implementing a distributed system for the recognition of individuals through fingerprints databases. The suggested architecture provides a set of advantages over existing media, such as reducing the cost of hardware used, run on a conventional network connection reducing connection costs, make decentralized recognition on all connected databases, further more facing the scalability problem in communication and heterogeneity in hardware, operating systems and database managers.

## 13 Introducción

En instancias de gobierno existen procedimientos para la captura de huellas dactilares, por ejemplo, cuando una persona es consignada por algún delito, cuando se solicita una identificación oficial, sus huellas son tomadas, incluso al momento de registrar un neonato en el registro civil. Todos estos trámites, cuya documentación es obligatoria, han llegado a constituir una gran base de datos de huellas dactilares que abarca gran parte de la población del país. Sin embargo, el máximo potencial que se puede aprovechar derivado de las Bases de Datos de Huellas Dactilares (BDHD) aún se encuentra condicionado por factores físicos y tecnológicos como:

- a) la distribución geográfica de las bases de datos.
- b) la diversidad de manejadores para el control de huellas dactilares
- c) la diversidad de los sistemas operativos a través de los cuales se accede a la información
- d) los costos que implica en ocasiones usar equipo especializado.

Con el propósito de avanzar en la integración de BDHD, la investigación presentada en este artículo busca el desarrollo de una arquitectura que permita implementar un Sistema de Información Distribuida (SID) que integre diversas instancias donde se cuente con una BDHD a una búsqueda distribuida y descentralizada. La arquitectura contemplará dentro de las características esperadas del SID lo siguiente: 1) integración de BDHD dispersas; 1) heterogeneidad en el uso de BDHD; 2) heterogeneidad en el Sistema Operativo donde se implantará; 3) escalabilidad en la comunicación; 4) bajos costos en el hardware requerido para su implementación. El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La Sección 13.1 presenta un estado del arte, donde se analizan los sistemas de reconocimiento de huellas dactilares. La Sección 13.2 describe formalmente el problema abordado en esta investigación. La Sección 13.3 expone la metodología usada, la cual contempla el análisis de diferentes estrategias para el reconocimiento de huellas dactilares, y el procesamiento y comunicación distribuido. La Sección 13.4 muestra la arquitectura resultado de la investigación. Finalmente, la Sección 13.5 contiene la discusión y conclusiones derivadas a partir de la información presentada en este documento.

### 13.1 Estado del arte

Actualmente existen grandes sistemas dedicados a la identificación de personas, tanto en el ámbito gubernamental como en el comercial. En Estados Unidos existe un sistema llamado IAFIS usado por el FBI. IAFIS cuenta con una base de datos de 74 millones de registros [10] lo que la convierte en la base de datos biométrica más grande del mundo [11]. La arquitectura del IAFIS está definida por 3 niveles; federal, estatal y local. La interoperabilidad de los niveles es completa desde federal hasta local, pero limitada para los demás niveles, es decir, un nodo de nivel local no puede iniciar una búsqueda en otro nivel local de otro estado un estado no puede iniciar una búsqueda a nivel de otro estado[12].

El gobierno mexicano cuenta también con un sistema llamado Sistema Automatizado de Identificación del Registro Nacional de Huellas Dactilares abreviado AFIS, por sus siglas en inglés, utilizado para la localización de personas desaparecidas y criminales. El AFIS está integrado a una plataforma disponible en los 32 estados de la república llamada Plataforma México [13]. Al año 2009 se contaba con un registro de más de 4.8 millones de personas recopiladas por las procuradurías generales de justicia de los estados, los consejos de seguridad estatal y los centros de readaptación social [14]. De los registros de huellas correspondientes más de 300 miles son registros palmares. La principal desventaja que se tiene con este sistema es que el registro se limita a personas con antecedentes penales, personal de corporaciones policíacas o del ejército limitando así el límite los resultados.

Existe una solución comercial llamada ExpressID AFIS creada por una compañía Eslovaca con aplicaciones más generales como bancarias, civiles, control de fronteras, entre otros [15]. Ofrece la posibilidad de trabajar en un solo servidor o con una arquitectura multiservidor, además de una aplicación cliente para contactar el servidor. Es una aplicación multiplataforma y ofrece soporte para múltiples SMBD (Sistemas Manejadores de Bases de Datos).

La Tabla 13 presenta un resumen comparativo de lo esperado por la arquitectura propuesta en este documento, al implementar un SID, contra SID existentes. En esta tabla se analizan los sistemas de acuerdo a los criterios: a) Distribuido, se identifican usando varios núcleos de procesamiento; b) Descentralizado, cada núcleo de procesamiento es independiente en la búsqueda; c) Capacidad, se refiere al número de registros de huellas dactilares que contiene; d) Heterogeneidad, se refiere a la habilidad para soportar diferentes BDs o SOs; e) Interoperabilidad, o bien la capacidad para interactuar con otros sistemas de identificación de huellas dactilares; f) Escalable, es decir que puede crecer el repositorio de BDs o la cantidad de nodos que se agreguen al sistema; y g) Equipo Especializado, que tiene requerimiento en hardware de equipo que no es de uso común o convencional.

**Tabla 13** Comparación entre diversos sistemas identificadores automáticos de huellas dactilares. La capacidad está dada en millones de registros (N.A. significa “No Aplica”)

	IAFIS(FBI)	AFIS(Mex)	ExpressID AFIS	Arquitectura Propuesta
Distribuido	✓	✓	✓	✓
Descentralizado	✓	✗	✗	✓
Capacidad	74 m.	4.5 m.	3+ m.	N.A.
Heterogeneidad en BDs	✓	✗	✓	✓
Heterogeneidad en SOs	✗	✗	✓	✓
Interoperabilidad	✓	✓	✗	✓
Escalable	✓	✓	✓	✓
Equipo Especializado	✓	✗	✓	✗

Dada la información presentada en la Tabla 1 se puede observar que la arquitectura mejoraría los sistemas ya existentes al incluir de forma conjunta la Heterogeneidad en BDs y SOs, y la Interoperabilidad. En la siguiente sección se describe de manera formal la problemática a resolver para poder dar origen a la arquitectura distribuida propuesta en este documento.

### 13.2 Descripción de la Problemática

A partir de la comparación de las características de diversos sistemas existentes dentro del reconocimiento de huellas dactilares y detectar sus fortalezas y debilidades, se plantea una propuesta que busque aportar soluciones en las debilidades de los ejemplos discutidos, como lo son buscar una opción a la centralización de la información y el procesamiento, integración de repositorios de datos de manera fácil, lograr tener repositorios de datos que incluyan en mayor medida los registros de huellas dactilares ya existentes en las diversas instancias de gobierno del país y así ampliar la cobertura de los sistemas de reconocimiento actuales.

Por lo tanto, la problemática a resolver quedaría describa formalmente como: es posible diseñar una arquitectura que especifique las componentes necesarias, y las interacciones entre ellas, para implementar un Sistema de Información Distribuido que permita reconocer individuos a través de sus huellas dactilares tomando en cuenta las siguientes restricciones:

- 1) Sea capaz de integrar BDs heterogéneas
- 2) Sea capaz de incorporar fácilmente una nueva base de datos
- 3) Pueda funcionar en diferentes SOs
- 4) El procesamiento de huellas dactilares se lleve a cabo de manera distribuida

- 5) Sea escalable, y cuente con un sistema de comunicación ligero que permita transmitir información a todas las bases de datos.

Las ventajas que se lograrán al desarrollar dicha arquitectura serán que los sistemas implementados por medio de ella puedan ser ejecutados en computadoras de convencionales y redes convencionales, reduciendo así costos de hardware y conexión.

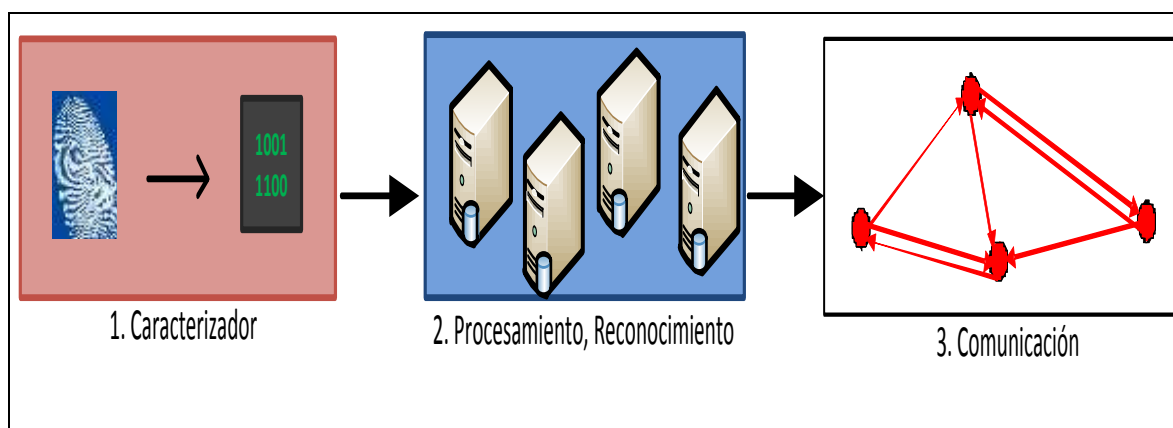
### 13.3 Metodología usada

Con el propósito de poder definir la arquitectura deseada, se siguió la metodología dividida en 3 etapas mostradas en la Figura 13. En la etapa 1 se plantea el desarrollo del componente de la arquitectura que se hará cargo del reconocimiento del individuo.

Una vez resuelto este problema, se procederá a encontrar el mejor modelo de procesamiento distribuido que permita implementar la estrategia de reconocimiento, la identificación de dicho modelo constituirá un segundo conjunto componentes de la arquitectura.

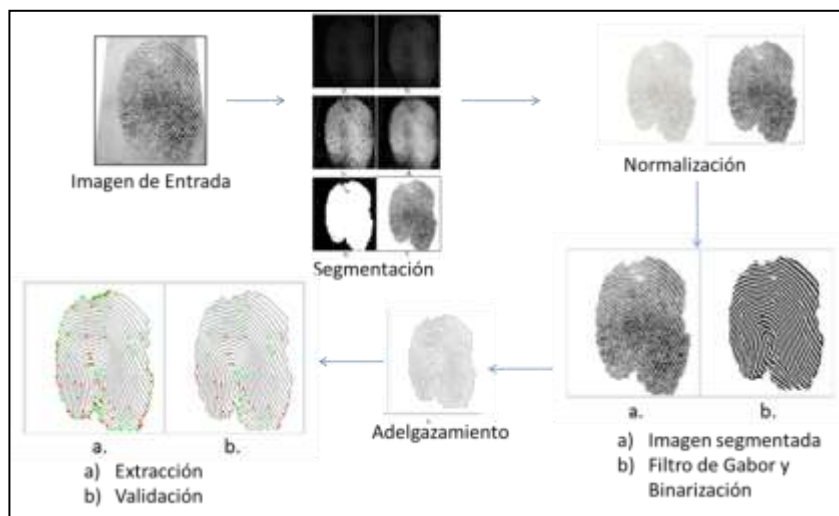
Finalmente, en la etapa 3 se concentrará la tarea de ajustar el modelo de comunicaciones al modelo de procesamiento identificado en la etapa 2. El detalle sobre el desarrollo de estas etapas se muestra en el resto de esta sección.

**Figura 13** Esquema que muestra la arquitectura propuesta con los diversos componentes propuestos



**Caracterización de las Huellas Dactilares:** La arquitectura a desarrollar en este artículo debe definir componentes para caracterizar las huellas dactilares de un individuo, de tal manera que permitan su posterior identificación. En la Figura 13.1 se muestran los componentes que, derivados de la literatura [5 6 9], la arquitectura debe incluir para llevar a cabo el reconocimiento del individuo.

**Figura 13.1** Componentes para la caracterización del individuo



La tarea de reconocimiento de un individuo por su huella dactilar empieza por la caracterización de la misma.

El primer componente que debe considerarse en la arquitectura para esta tarea es la representación de la huella dactilar, cómo será almacenada en el equipo.

En la literatura es muy común almacenar la huella dactilar a través de una imagen de la misma, sin embargo esta requiere un preprocesamiento para que pueda servir en el proceso de reconocimiento.

El segundo componente, que inicia el preproceso hecho a la imagen de entrada que contiene la huella dactilar, comenzará con una *Segmentación*, donde se busca aislar la información de interés de la imagen, el método más comúnmente usado para la segmentación es realizado mediante varianza [1]. Así como algunos otros métodos compuestos que utilizan una serie de filtros como el promedio o suavizado como base para la segmentación [4].

El método seleccionado para esta arquitectura está relacionado también con el filtro promedio combinado con gradiente propuesto en [3], dado que es capaz de realizar la segmentación aún en imágenes con ruido y poca calidad.

El siguiente componente a definir después de que la imagen ha sido segmentada es para realizar un realzado de las crestas encontradas en las huellas dactilares, esto también es conocido como mejoramiento de la imagen. Sin embargo, dependiendo de la estrategia es posible requerir algún preprocesamiento extra.



Para propósito del diseño de la arquitectura se contemplaron dos métodos en el análisis: a) un método basado en la transformada de Fourier [5], que es conocido por ser efectivo con imágenes de baja calidad; b) el método propuesto por Hong et al. [6], el cual realiza un realzado de imágenes normalizadas de huellas dactilares mediante el filtro de Gabor de acuerdo a parámetros extraídos del bloque que está mejorando, estos dos parámetros son la estimación local de orientación y de frecuencia.

El método elegido para esta arquitectura es el algoritmo de Hong, el cual, por establecer como parámetros las estimaciones de frecuencia y de orientación, se adapta a las condiciones locales de las imágenes, logrando una mejor reconstrucción incluso de secciones entrecortadas de las crestas.

Debido a que el componente para el mejoramiento fue el algoritmo de Hong se necesita agregar un filtro extra antes de aplicar este algoritmo llamado normalización [6], la normalización es usada para reducir el efecto de las variaciones de colores de escala de grises a través de los valles y crestas.

Posterior al mejoramiento de la imagen, es necesario que la imagen contenga valores blanco o negro, por lo cual se somete a un proceso llamado binarizado donde, a partir de un umbral se decide si un pixel en la escala de grises se toma como blanco o como negro.

Después de la binarización se realizará un proceso de adelgazamiento con el cual las líneas obtenidas de la imagen binarizada se reducirán para que midan un pixel de ancho.

Una vez con la imagen adelgazada, también conocida como esqueleto, se someterá a un proceso llamado Crossing Number [2], técnica usada para la identificación de minucias, en donde cada pixel de color negro es examinado para ver si sus 8 pixeles vecinos más cercanos son de color también negro, el numero obtenido determinara este pixel es una minucia de tipo fin de cresta, si el número es 1, si el pixel es de tipo bifurcación, si el número es 3. Cualquier otro número obtenido no es de interés.

Después de la identificación de las minucias, es necesaria una validación donde se verificara si una minucia detectada es falsa o no.

La tarea de reconocimiento realizada en este módulo se realizará a partir de un vector de características, que a su vez contará con vectores que representaran minucias. Cada vector de minucias contendrá primero el tipo de minucia, los valores  $i,j$  de las coordenadas donde se encontró la minucia, el ángulo de la minucia, así como los valores  $i,j$  de los 10 pixeles vecinos de la minucia. A partir de este vector se realizara el reconocimiento basado en [9], donde se buscara una minucia llamada minucia referencia.

Esta minucia referencia será usada para hacer una serie de rotaciones y traslados del patrón de minucias base contra el de minucias de prueba. De esta manera se espera encontrar un número de minucias coincidentes dentro de un margen de error, que permitan establecer si hay coincidencia o no entre los patrones comparados.

Arquitectura de procesamiento: Esta etapa de la metodología se enfoca en el cómo se implementará la estrategia de reconocimiento de individuos, enfatizando en el aspecto de qué modelo de procesamiento es el más adecuado para desarrollarse.

Para poder llevar a cabo de forma adecuada esta tarea es necesario considerar las problemáticas a abordar en la investigación referentes a: ser capaz de integrar BDs heterogéneas, y poder funcionar en diferentes SOs.

En el ámbito de procesamiento distribuido muchos autores han analizado arquitecturas que nos permiten procesar información en múltiples formas. En una clasificación presentada en [16] se establecen tres categorías de paradigmas, 1) granjas de procesadores, basada en la replicación de trabajos independientes, 2) descomposición geométrica, la cual se apoya en paralelismo y estructuras de datos y 3) paralelismo algorítmico, el cual se traduce en un flujo de datos.

De esta clasificación el paradigma número 1 no se acopla a los requerimientos perseguidos en la arquitectura que se desea diseñar por el simple hecho de que no es aceptable trabajar con granjas de procesadores, los paradigmas 2 y 3 necesita de descomposición de los datos usados, pero es un requerimiento trabajar con estructuras de datos las cuales no se deben dividir por motivos de privacidad, por lo tanto quedan descartados.

Una segunda clasificación la encontramos en [17] donde los estudios de autor arrojan las siguientes clasificaciones; 1) Pipelining y aplicaciones basadas en anillos, 2) divide y vencerás, 3) maestro esclavo y 4) aplicaciones de autómatas celulares, en el caso particular del primer paradigma se centra en la ejecución de tareas una tras otra.

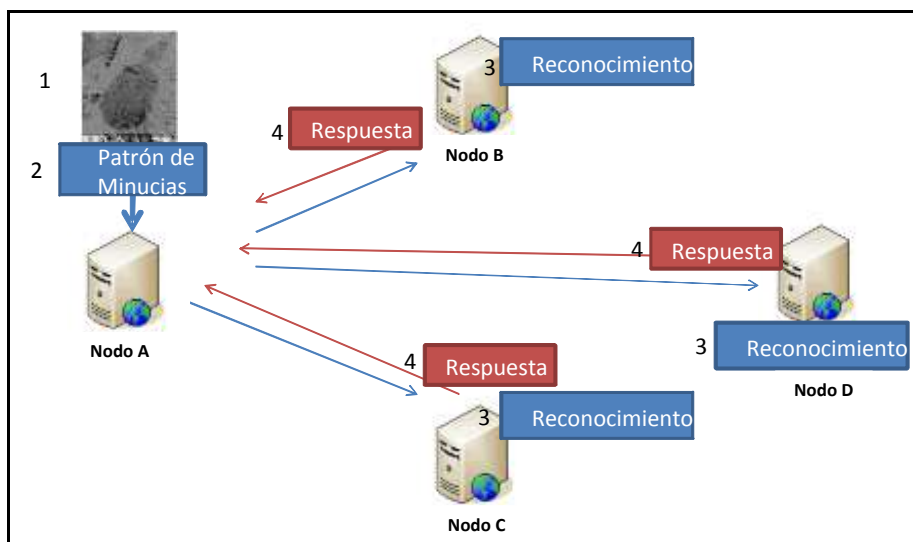
En nuestro caso la ejecución del proceso de reconocimiento debe ser simultaneo para cada nodo, el paradigma 2, queda descartada, por motivos de privacidad al necesitar dividir la información, el paradigma 3 parece tener cualidades para acoplarse a la arquitectura que se requiere, pero tiene como inconvenientes que las tareas realizadas primero necesitan ser centralizadas por un maestro el cual divida una operación que deberá de ser resuelta en secciones por sus esclavos, para nuestro caso la centralización y división de tareas y datos no es posible, por último las aplicaciones autómatas celulares tiene propósitos no perseguidos por la arquitectura.

Como otra alternativa podemos considerar el paradigma cliente-servidor, en el cual la comunicación se realiza usualmente con llamadas a procedimientos remotos, y son usados para soportar servicios distribuidos [18].

Para propósitos de nuestra arquitectura el paradigma cliente servidor resuelve la problemática de poder trabajar en SOs heterogéneos así como diversas BD, permitiendo el diseño de componentes en un lenguaje de programación de propósito general y multiplataforma, como lo es java. El paradigma cliente servidor permite también respetar políticas de privacidad que restrinjan la partición y difusión de datos además de que factores físicos como la geografía no afectan el accionar del paradigma.

La Figura 13.2 muestra un esquema que describe el modelo de procesamiento Cliente-Servidor aplicado al reconocimiento de individuos. El primer paso es que un nodo dé origen a la petición de reconocimiento, el nodo cliente, (ver Nodo A) lleve a cabo la caracterización, es decir, la imagen de huella dactilar se introduce al módulo de extracción de características. Una vez caracterizado, de acuerdo al modelo de procesamiento cliente-servidor, el patrón de las minucias es enviado y transportado a nodos restantes para su reconocimiento. La tarea de reconocimiento consiste en que el patrón de huellas dactilares recibido por cada nodo se debe contrastar contra los patrones derivados de las BDHD encontradas en ellos, y se debe responder si existe alguna coincidencia o no, regresando al nodo origen la respuesta.

**Figura 13.2** Descripción del proceso de petición de reconocimiento

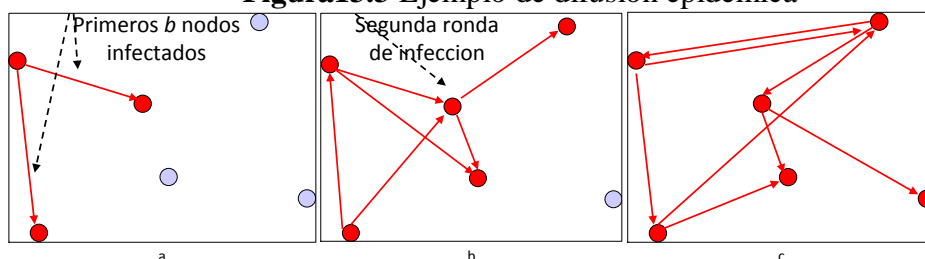


Arquitectura de comunicación: El objetivo en esta etapa es analizar estrategias de comunicación entre los diferentes nodos de procesamiento, de tal manera que se puedan resolver los problemas de escalabilidad y comunicación ligera. Existe un mecanismo para resolver la necesidad de enviar mensajes a todos los nodos conectados a una red, a esta operación se le conoce como multicast de capa de aplicación.

Entre las estrategias con las que se puede desarrollar la tarea de comunicación se encuentran la multicast a nivel de aplicación [19 20], los cuales independientemente de la red implementan la funcionalidad de multicast exclusivamente entre hosts, también existe el multicast con jerarquías [21] que plantea jerarquías en capas las cuales permiten dividir el envío de información de acuerdo al planteamiento de las capas, y la Difusión Epidémica [22], la cual es una estrategia aleatoria de comunicación basada en la teoría Epidemiológica, que no es más que es el estudio de la propagación de una enfermedad o infección en términos de individuos infectados/no infectados y sus razones de cambio [7], es utilizada comúnmente para lograr una transferencia de información rápida y ligera. Entre las estrategias mencionadas cabe resaltar que todas ofrecen una alta escalabilidad, sin embargo en materia del número de mensajes enviados podemos hallar variaciones. El método de multicast clásico puede generar un tráfico considerable en la red porque no implementa estrategias que minimicen el número de mensajes enviados, para el caso de multicast jerárquico se logra una disminución del tránsito de la red de acuerdo a las jerarquías preestablecidas en el diseño de la red, sin embargo la implementación de jerarquías no sería viable en para la arquitectura propuesta por el hecho de que hay que tener definido un número de nodos y su ubicación para el diseño de la misma, la arquitectura propuesta debe contemplar una constante adición de bases de datos, y por lo tanto de nodos, además en principio el número de nodos y sus ubicaciones esta en incertidumbre. Para el caso de la difusión epidémica, la naturaleza aleatoria de la estrategia permite comenzar con un número pequeño de mensajes independientemente del número de nodos contemplados en la red, asegurando economía en la conexión, además de tener una baja latencia, dado el tiempo para que el mensaje llegue se propague a la totalidad de la red es logarítmico. El diseño de la arquitectura basada en difusión epidémica se explica a continuación.

En la Figura 13.3 se ejemplifica el accionar de la difusión epidémica, la difusión de la información comienza con un nodo infectado (Figura 4.a), que representará el nodo que inicia una petición de reconocimiento, el cual infectara a un número  $b$  nodos elegidos de manera aleatoria. El total de nodos en el sistema será definido como  $(n+1)$  donde, inicialmente,  $n$  es el número de elementos no infectados y 1 es agregado por el primer elemento que tendrá la infección. Los estados que puede tener un nodo son infectado, representado con  $x$ , y no-infectado, representado con  $y$ . En cada tiempo  $T$  los individuos pueden tener dos estados, infectado o no infectado, después de que un individuo cambia su estado a infectado permanece infectado [8].

**Figura 13.3** Ejemplo de difusión epidémica



Después de la infección de los primeros  $b$  nodos, todos los nodos que ahora estén infectados, es decir, el nodo que inicio la infección y los  $b$  nodos recién infectados, volverán a infectar cada uno a  $b$  nodos más (Figura 13.3.b). Este proceso se repetirá un tiempo  $t$  el cual, tendrá un límite  $c$ , esperando que al llegar a la última iteración el mensaje sea entregado a todos los nodos conectados (Figura 13.3.c).

### 13.4 Resultados

Como resultado de la integración de los 3 componentes mencionados se obtuvo la arquitectura mostrada en la Figura 13.3, la cual permitirá integrar de manera bases de datos diversas a procesos de reconocimiento. Las principales características que se identifican en un Sistema Distribuido implementado a partir de la arquitectura propuesta son las siguientes:

**Identificación de individuos.** Con el uso de los algoritmos de caracterización, reconocimiento y la arquitectura mencionados, la identificación de individuos es posible en todos los nodos de la red.

**Baja latencia.** Con el método elegido de difusión epidémica se logra una baja latencia dado que el tiempo estimado para la difusión de mensaje al total de nodos conectados es logarítmico.

**Escalabilidad.** La difusión epidémica permite tener sistemas de alta escalabilidad, contempla la inclusión de un gran número de nodos sin afectar el rendimiento de la comunicación.

**Confiabilidad.** La difusión epidémica permite establecer estadísticamente que solo un número muy pequeño de nodos quedaran sin recibir el mensaje.

**Comunicación ligera.** El número de mensajes enviados usando el método evolutivo será también logarítmico por lo cual tránsito en la red será optimizado. Permita además conectar nodos al sistema en redes convencionales.

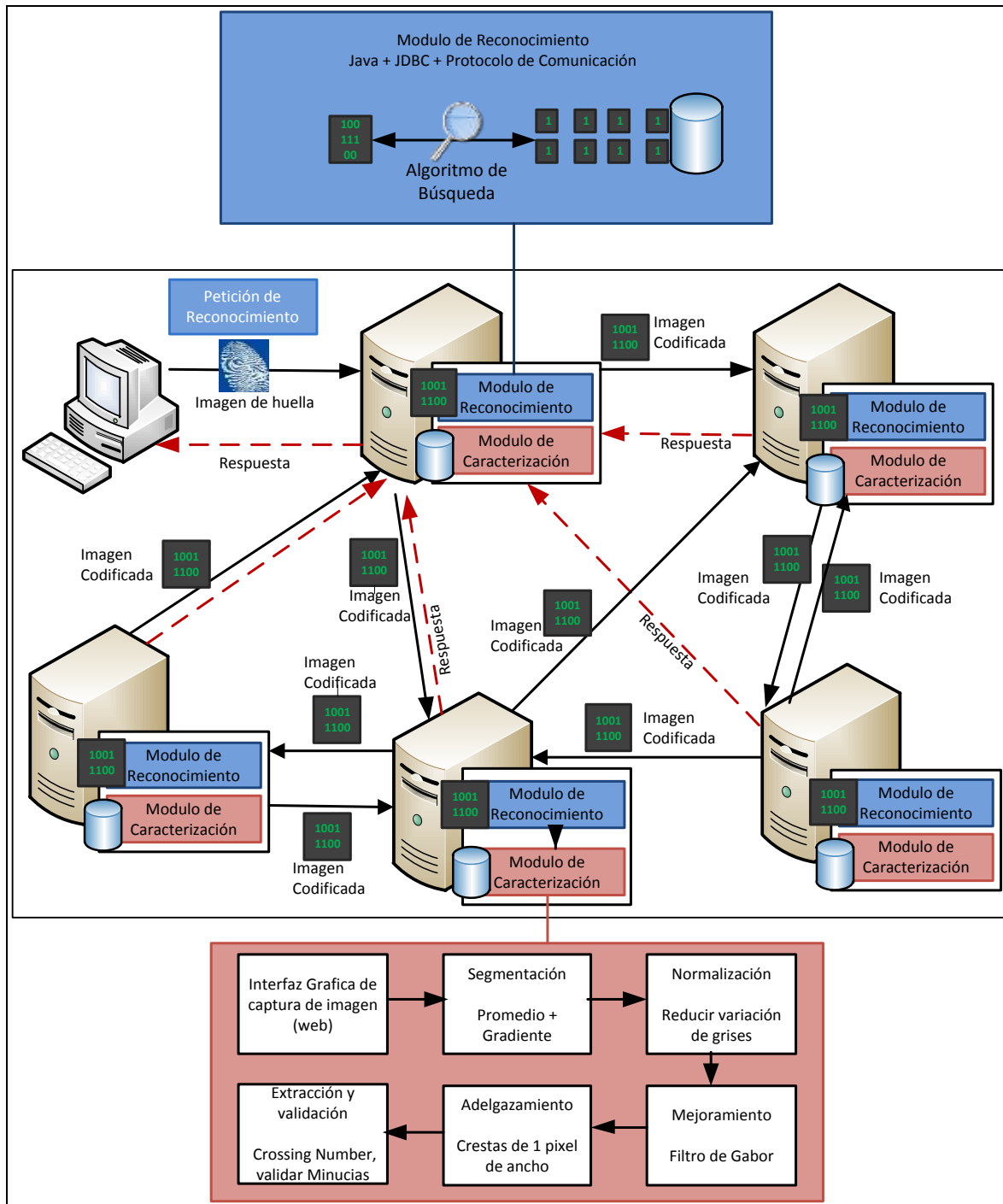
**Bajo costo.** La arquitectura puede incluir computadoras convencionales en como nodos reduciendo el costo de hardware y funcionar también en redes convencionales.

**Heterogeneidad en BD.** La comunicación con la base de datos se establece mediante el uso del lenguaje de programación java, y con el uso JDBC se logra interactuar con una variedad de bases de datos.

**Privacidad.** La implementación del reconocimiento en el modelo cliente servidor permite que las bases de datos sean procesadas sin difundir elementos de las bases de datos.

**Limitaciones geográficas.** Se podrán integrar bases de datos en diversas ubicaciones con la única condición de que se cuente con una conexión de red.

Figura 13.4 Esquema de la arquitectura propuesta con todos los módulos integrados



### 13.5 Conclusiones e investigación futura

Dentro de este documento se presenta el diseño de una arquitectura que permite describir cómo implementar un Sistema Distribuido para el Reconocimiento de Huellas Dactilares (SDRHD).

La arquitectura contempla elementos como bases de datos heterogéneas, sistemas operativos heterogéneos, escalabilidad, comunicación ligera, privacidad, bajo costo en hardware, entre otros.

Se distinguen tres componentes principales que todo SDRHD debe considerar en su implementación, los cuales son, caracterización de huellas dactilares, reconocimiento de individuos, y comunicación entre nodos de procesamiento físicamente separados.

Para lograr la tarea de caracterización se propone el uso de métodos como [3 4 5 6 9], los cuáles en conjunto resuelven las tareas de segmentación, normalización, mejoramiento de la imagen, adelgazamiento, detección y validación de minucias. El componente de reconocimiento involucró decidir el modelo de procesamiento adecuado para el problema. En este caso, el elemento más adecuado para la arquitectura que se diseñó fue un modelo cliente-servidor, debido a que es apta para trabajar con servicios distribuidos, respetar políticas de privacidad ya que no requiere la distribuciones datos, además de que nos permite operar en diversos SOs y BD . Finalmente el componente de comunicación que nos permitía abordar problemas como la necesidad de una comunicación ligera, escalabilidad y confiabilidad fue la difusión epidémica, y la razón fue por que, basándonos en la naturaleza estadística de la estrategia de comunicación epidémica, podemos decir que la arquitectura es apta para trabajar en redes las cuales no cuenten con un gran ancho de banda debido a que envía un número pequeño de paquetes por cada nodo, además de que estadísticamente es muy poco probable que existan nodos los cuales no reciban paquetes, por último la arquitectura permite la adición constante de nodos sin ver afectado el rendimiento. Como trabajo futuro queda el implementar el SDRHD tomando la arquitectura propuesta, y analizar efectos en el sistema derivado de cambios pequeños en su diseño.

### 13.6 Referencias

Mehetre, B. M. (1993). Fingerprint image analysis for automatic identification. *Machine Vision and Applications*, 6(2), 124–139.

Sudiro, S.A., Paindavoine, M. ; Kusuma, T.M. (2007), Simple Fingerprint Minutiae Extraction Algorithm Using Crossing Number On Valley Structure. 2007 IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies , 41 – 44.

M. E. Ruiz Echartea (2011). Sistema de Identificación Automática de Huellas Dactilares. Universidad Politécnica de Victoria. Ciudad Victoria: México.

Asker M. Bazen and Sabih H. Gerez (2001). Segmentation of Fingerprint Images. ProRISC 2001 Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing.

A.J. Willis and L. Myers (2001). A cost-effective fingerprint recognition system for use with low-quality prints and damaged fingertips. *Pattern Recognition*, 34(2), 255- 270.

Hong, L., Wan, Y., and Jain, A. K. (1998). Fingerprint image enhancement: Algorithm and performance evaluation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20, 8, 777-789.

U.S. Department of Health and Human Services (2006), *Principles of Epidemiology in Public Health Practice*. Recuperado de [http://cdc.gov/osels/scientific\\_edu/ss1978/SS1978.pdf](http://cdc.gov/osels/scientific_edu/ss1978/SS1978.pdf)

L. Bailey, K. Vardulaki, J. Langham, D. Chandramohan (2006). *Introduction to epidemiology*, Open University Press.

Anil Jain, Lin Hong, Sharath Pankanti, Ruud Boll (1997). An Identity Authentication System Using Fingerprints. *Proceedings of the IEEE*, 85. 1365 – 1388.

FBI Quality Improvement Unit Statistical Trending, Analysis & Reporting Group (2013). *IAFIS Facts Sheet*. The Federal Bureau of Investigation. Recuperado de [http://fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints\\_biometrics/iafis/iafis\\_facts](http://fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/iafis/iafis_facts)

FBI (2013), *IAFIS*. The Federal Bureau of Investigation. Recuperado de [http://fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints\\_biometrics/iafis](http://fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/iafis)

Kristi Mayo (2008). *AFIS Interoperability*. *Evidence Technology Magazine*, 6(1). Recuperado de [http://evidencemagazine.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=89&Itemid=49](http://evidencemagazine.com/index.php?option=com_content&task=view&id=89&Itemid=49)

Policía Federal (2012). *Informe de Rendición de Cuentas 2006-2012*. Recuperado de <http://ssp.gob.mx/portalWebApp/ShowBinary?nodeId=/BEA%20Repository/1206068//archivo>

Secretaría de Seguridad Pública (2009). *Tercer informe de labores*, Recuperado de <http://.ssp.gob.mx/portalWebApp/ShowBinary?nodeId=/BEA%20Repository/550126//archivo>

Innovatrics (2012). *Innovatrics ExpressID AFIS Datasheet*. Recuperado de [http://download.innovatrics.com/download/innovatrics\\_EXPRESSID.pdf](http://download.innovatrics.com/download/innovatrics_EXPRESSID.pdf)

D. Pritchard (1988). *Mathematical Models of Distributed Computation*. In *Proceedings of OUG-7, Parallel Programming on Transputer Based Machines (25-36)*. Amsterdam, Springfield : IOS.

P. B. Hansen (1993). *Model Programs for Computational Science: A Programming Methodology for Multicomputers*. *Concurrency: Practice and Experience*, 5(5), 407-423.

Luis Silva, Rajkumar Buyya (1999). *Parallel Programming Paradigms, High Performance Cluster Computing: Programming and Applications (4-27)*, Rajkumar Buyya: Prentice Hall.

Y. Chawathe (2000). *Scattercast: An Architecture for Internet Broadcast Distribution as an Infrastructure Service*. University of California, Berkeley.



Y.-H. Chu, S. G. Rao, and H. Zhang (2002). A Case for End System Multicast. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 20(8), 1456-1471.

Suman Banerjee, Bobby Bhattacharjee, Christopher Kommareddy, Scalable Application Layer Multicast, SIGCOMM'02.

Colmenares G. Luis E. y Solís L. Eder (2012). Una aproximación epidémica para el problema de direccionamiento de consultas semánticas en redes p2p estructuradas. Revista de ingeniería eléctrica, electrónica y computación, 10, 16-21.

## **Implementación de robots industriales en el proceso de esmaltado de muebles para baño**

Julio Valdez & Juan Cruz

J. Valdez & J. Cruz

Universidad Politécnica de Tlaxcala, Carretera Federal Mexico - Veracruz Km.85, Recova, 90240 Hueyotlipan, Tlaxcala,  
Cuerpo Académico de Optimización y Computo Inteligente.  
juliocesar.valdez@uptlax.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

The use of industrial robots in companies is increasingly common because they offer the advantage to standardize and optimize processes, raise quality, reduce costs, perform tasks that are dangerous and complex for people and enhance productivity. The projects in this direction regularly begin with the design and construction of the prototype, in order to demonstrate the feasibility of its application and then continue with the implementation in production lines. This project is working within an agreement between the University of Tlaxcala and American Standard Company, Plant Tlaxcala. The project consists of two stages: Prototype Implementation and Integration of the prototype of glazed in production lines. This document refers to the first stage.

## **14 Introducción**

El uso de los robots industriales o manipuladores como son conocidos, se remonta a la década de los sesentas con la instalación del Unimate en la empresa General Motors en Nueva Jersey. Con el paso del tiempo, en Japón se funda la primera asociación robótica del mundo (JIRA). Más tarde en la década de los 70's en Europa se construye el primer Robot eléctrico el IRb6 por la firma sueca ASEA, actualmente conocida como ABB Robótica. (Barrientos, Peñin, Balaguer y Aracil, 2007). Con el paso del tiempo y la evolución en los sistemas eléctricos, electrónicos, informáticos y de comunicaciones, se construyeron robots industriales más sofisticados, que son utilizados con mayor frecuencia en las industrias de todo el mundo.

México junto con Estados Unidos y Canadá suman un poco mas de 199 mil unidades de robots de una lista encabezada por Japón con mas de 291 mil unidades (IFR, 2013) y que cada año será mayor el incremento. En el estado de Tlaxcala también existen empresas que hace uso de robots industriales y otras que están interesadas en su implantación en alguno de sus procesos, como es el caso de la empresa del presente proyecto, que adquirió robots industriales hace algunos años para otros procesos y que actualmente desea utilizarlos en la etapa de esmaltado en la fabricación de muebles para baño.

Los robots industriales aportan beneficios para las empresas como la reducción de costos, mayor calidad en los productos, estandarizar y optimizar procesos, realizar tareas que resultan peligrosas y complejas para las personas y aumentar la productividad. (Velásquez, 2012). El presente proyecto de implementación de robots industriales en el proceso de esmaltado de muebles para baño se está trabajando en el seno de un convenio de vinculación entre la Universidad Politécnica de Tlaxcala y la empresa American Standard, Planta Tlaxcala.

### **14.1 Método**

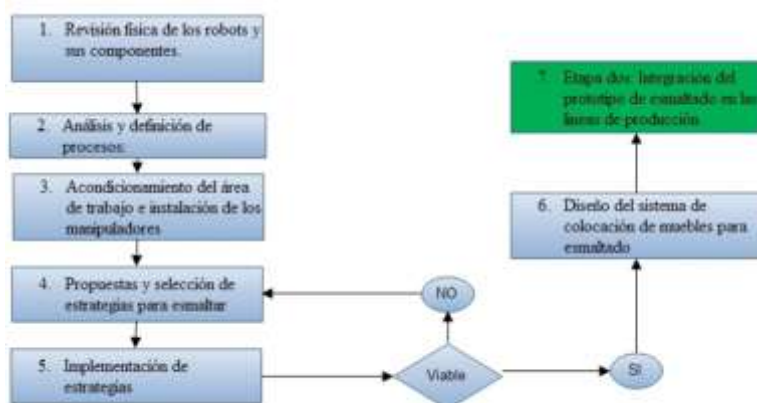
El proceso de fabricación de muebles está formado por diversas etapas que inicia con la formación del mueble con moldes, pasando por el esmaltado y finalizando con el horneado de las piezas. El proceso de esmaltado se hace de manera manual y requiere de cierta habilidad del operario para poder pintar cumpliendo con los parámetros requeridos.

El método utilizado en el presente proyecto es el experimental porque no existen para el caso los muebles de baño de la empresa ya definidas las trayectorias, distancias, flujos, presión y velocidad para esmaltar utilizando robots industriales, además de que los manipuladores a utilizar en el proyecto son específicos para soldar. El proyecto en general esta formado por dos etapas principales:

1. Implementación del prototipo de esmaltado.
2. Integración del prototipo de esmaltado en las líneas de producción.

La primera se refiere al diseño e implantación del prototipo de esmaltado de los muebles para baño y el segundo a la integración en las líneas de producción del proceso automatizado de esmaltado derivado del prototipo. La primera parte corresponde al alcance del presente documento y tiene como objetivo general: Automatizar el proceso de esmaltado de muebles para baño reutilizando robots industriales. Involucra las siguientes etapas que se observan en la diagrama No. 1.

**Figura 14** Etapa 1 del proyecto: Implementación del prototipo de esmaltado



Fuente: Elaboración propia

En la etapa de análisis y definición de procesos del diagrama No. 1, se tomaron en cuenta dos procesos:

1. Análisis del proceso general de fabricación de muebles para baño.
2. Análisis del proceso de esmaltado.

Con los que se revisó a detalle el proceso general de producción de muebles para baño y se identificó el proceso de esmaltado para su posterior análisis.

En la determinación óptima del proceso como se puede observar en las etapas de la implementación del prototipo de la figura 14, se seleccionaron dos estrategias, la primera estrategia denominada agua, consistió en colocar el mueble en el torno de soporte para que girara y al mismo tiempo el robot lo esmaltará con un movimiento vertical; se realizó la prueba con agua y luego con esmalte. El resultado no fue aceptable porque se dejaban parte sin esmaltar y no cumplía con los parámetros de calidad e incluyó los siguientes procesos:

1. Determinación de parámetros
2. Programación del robot
3. Evaluación de la estrategia
4. Prueba preliminar con esmalte
5. Evaluación del resultado
6. Medición de estándares de calidad
7. Determinación de la viabilidad (No viable)

La segunda estrategia fue el método de *trayectorias* definidas por punto centrales identificados en todo el mueble y sobre lo cuales se determinó la posición del movimiento del manipulador. Con la definición de los puntos se programaron las trayectorias que seguiría el robot para esmaltar. El tiempo que se obtuvo como resultado del proceso de implementación de la segunda opción por trayectorias fue de un 28% menor al que regularmente se obtiene del proceso manual y el producto cumplió con los estándares requeridos. Los procesos de esta etapa fueron:

- a. Especificación de nuevos parámetros
- b. Programación de las trayectorias
- c. Estandarización de variables
- d. Ajustes en la estrategia
- e. Evaluación de la estrategia
- f. Medición de estándares de calidad
- g. Producto terminado
- h. Determinación de la viabilidad de la estrategia (Viable)
- i. Ajustes finales en la estrategia

Al finalizar la viabilidad de la estrategia de esmaltado, se pudo continuar con el sistema de colocación de muebles para esmaltado y posteriormente, cuando se finalice ese proceso, se continuará con la etapa dos de la integración del prototipo de esmaltado en las líneas de producción.

## 14.2 Resultados

El resultado de la etapa de implementación del prototipo de esmaltado fue excelente porque se logró reciclar los robots, estandarizar las variables de presión, tiempo, velocidad, distancia, flujo de esmalte y trayectorias, así como optimizar el proceso y estandarizar la calidad del mismo. Con lo que se puede decir que el proyecto en esta etapa es viable para su integración en las líneas de producción de la empresa.

## 14.3 Discusión

Puede parecer que algunas de las opciones para lograr este proceso sea la contratación de una empresa para elaborar todo el proceso de automatización o la integración de robots específicos para esmaltado. Sin embargo, la participación de la universidad con la empresa, tiene ventajas para ambos. Por una parte la universidad gana al realizar la vinculación y tener proyectos de colaboración que impactarán en el mejoramiento de la expertise de los docentes involucrados y los cuerpos académicos a los que pertenecen y por consecuencia el beneficio también para los estudiantes. Por la otra, la empresa gana al tener un ahorro significativo en la inversión del proyecto, capacitación, consultoría e integración de alumnos en estancias.

## 14.4 Conclusión

Se puede concluir que el proyecto de implementación de robots industriales en el proceso de esmaltado de muebles para baño reutilizando manipuladores fue viable para su integración en la siguiente etapa y que la buena disposición de la empresa para trabajar proyectos de mejoramiento e innovación tecnológica con la universidad, abre la posibilidad de una vinculación estrecha que derive en el beneficio mutuo para ambos participantes. El proyecto también permitió la integración de docentes de dos cuerpos académicos de la Universidad Politécnica de Tlaxcala y mejoró la relación entre la universidad y la empresa, con el correspondiente beneficio para las dos instituciones. Logrando la apertura para otros proyectos.

## 14.5 Referencias

Barrientos, A.; Peñin, L.; Balaguer, C.; Aracil, R. (2007). *Fundamentos de Robótica*. Mc. Graw-Hill. 2a. Ed. España.

Velasquéz, J. (2012). Aplicación industrial de la robótica. XVII congreso internacional de ingeniería. USMP. Consultado el 02 de mayo de 2013 desde: [http://www.usmp.edu.pe/vision2012\\_lima/SEMINARIOS/conferencias/Aplicacion\\_industrial\\_de\\_robotica.pdf](http://www.usmp.edu.pe/vision2012_lima/SEMINARIOS/conferencias/Aplicacion_industrial_de_robotica.pdf)

IFR (2012). Executive Summary WR 2012. Consultado el 18 de mayo de 2013 desde: [www.worldrobotics.org/uploads/media/Executive\\_Summary\\_WR\\_2012.pdf](http://www.worldrobotics.org/uploads/media/Executive_Summary_WR_2012.pdf)

## **Implementación de servicios IPv6 en la Universidad Autónoma de Guerrero, México**

Félix Molina & José Castro

F. Molina & J. Castro

Universidad Autónoma de Guerrero, General Plutarco Elías Calles, Terrenos de Rectoría, Chilpancingo de Los Bravo, Guerrero, Unidad Académica de Ingeniería, Ingeniería en Computación.

Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero, Revolución 405, 41100 Chilapa de Álvarez, Guerrero, Tecnologías de la Información y Comunicación, Cuerpo Académico de Redes Emergentes

[jfcastro@uagro.mx](mailto:jfcastro@uagro.mx)

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

Today, Internet communication is possible thanks to the TCP/IP protocols suite that is based on Internet Protocol IPv4. But it is also a reality that public IP addressing is rapidly depleting and that the performance of many peer-to-peer applications need real addressing to improve their performance. This is one of the main reasons why more than ten years ago, testing of a new network protocol that could respond to unimaginable communication necessities began. But due to exponential rise, IPv6 will become the standard communications protocol.

At the start of 2012, a project to implement Internet services in a dual environment with IPv4 and IPv6 began in Universidad Autonoma de Guerrero(UAGro). The main goal of this project is to promote the use and application of the new generation protocol in educational institutes with the finality to force communication providers to support IPv6 as a native protocol in a way that transitional times be reduced and peer-to-peer applications, that today with processes that overload the tasks of routing equipment, can be utilized more efficiently.

## **15 Introducción**

El acelerado e imprevisto crecimiento de internet, trajo como consecuencia que el IETF (Internet Engineering Task Force) diseñara e implementara diferentes mecanismos para optimizar el direccionamiento IP que se explica en el RFC 791 (Information Sciences Institute University of Southern California, 1981) a las organizaciones demandantes.

Las principales técnicas que actualmente se utilizan son: división del direccionamiento en subredes IP, descrita en el RFC 917 (Mogul J., 1984), direccionamiento IP privado descrito en el RFC 1918 (Y Rekhter, 1996), Máscaras de subred de longitud variable (VLSM) que se describe en el RFC 1878 (Pumill T, 1999), enrutamiento sin clase entre dominios (CIDR) descrito en el RFC 1519 (Fuller V,1993), y la técnica de traducción de direcciones (NAT) que se describe en el RFC 1631 (Egevang K,1994). Sin embargo, aún con estos mecanismos, el direccionamiento disponible para algunos países es de sólo una red clase C, dando lugar incluso al uso de NAT sobre NAT, lo cual hace más complicado el funcionamiento de ciertas aplicaciones. Aún con todos los mecanismos mencionados, a principio de 2012, la IANA asignó los últimos segmentos /8 a los existentes, y de acuerdo al último reporte de LACNIC del 30 de noviembre de 2012, se tienen 50,303,744 direcciones libres de asignación en América Latina y el Caribe, pero sólo 46,109,400 se podrán asignar (Hinden T.R, 1999). Para resolver el problema de agotamiento de direcciones IPv4, fue inventado el protocolo IPv6 descrito en el RFC 2732 (Hinden T.R,1999), con el cual se estarán garantizando 2128 direcciones que resulta en un número lo suficientemente grande. Desde el origen el IPv6, éste ha sufrido una serie de cambios que le han permitido madurar a grado tal que ya está siendo desplegado en redes de producción en varios países, algunos de éstos han incluido algún tipo de legislación respecto al impulso de este protocolo.



## 15.1 Metodología

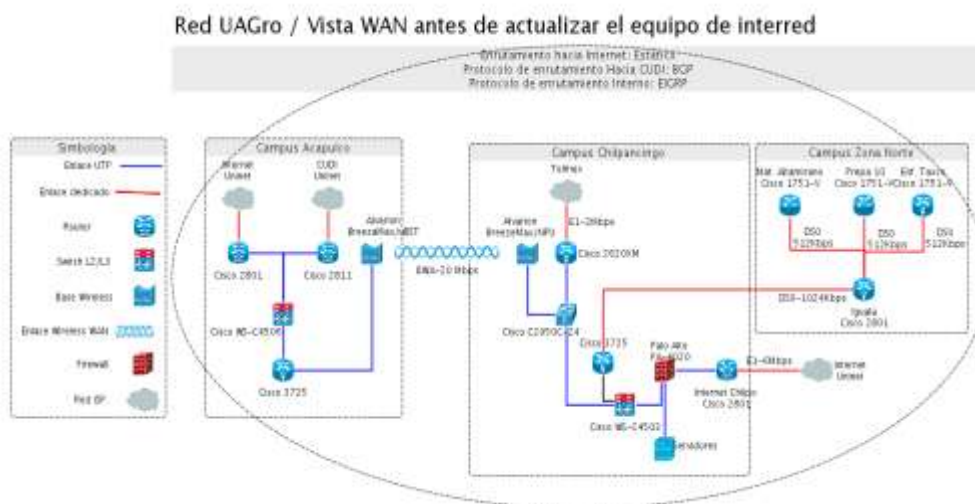
Descripción del problema: La Universidad Autónoma de Guerrero forma parte de Internet desde el 2 de enero de 1995, fecha en que LACNIC le asigna el prefijo de red 200.4.128.0/20, con el cual es posible direccionar un total de 4096 hosts. Es de notarse que aunque en los primeros años de despliegue, se consideraban suficientes direcciones para responder al requerimiento del escaso equipamiento de equipo de cómputo existente en las diferentes dependencias de la Universidad, a partir de los primeros años de a década del año 2000, empezó darse una evolución cada vez más creciente de variada tecnología de cómputo y la popularidad de Internet empezó a propagarse por todo el mundo a pasos agigantados.

Lo anterior, lógicamente impactó a la UAG, a grado tal que se determinó tomar medidas emergentes para mantener la conectividad hacia Internet. Así, se determinó utilizar direccionamiento privado para la comunicación interna, y el uso de NAT para la comunicación hacia Internet, a fin optimizar el direccionamiento público. Sin embargo, aunque NAT y otros mecanismos han sido implementados para demorar el agotamiento de IPv4, lo cierto es que provocan un alto uso de recursos de procesamiento a nivel de red y de muchas de las aplicaciones de extremo a extremo y nuevos dispositivos que están surgiendo día a día. La era de las comunicaciones exige que como institución educativa, la Universidad sea una de las organizaciones pioneras en promover la implementación y despliegue de servicios IPv6 en toda la red universitaria para estar a la vanguardia en las comunicaciones.

### Planeación del direccionamiento IPv6 en la UAGro

Actualmente la red universitaria concentra la mayor parte de comunicaciones en los campus de Acapulco, Chilpancingo e Iguala, y en menor medida Altamirano y Taxco. El esquema de red antes de actualizar el equipamiento de interred se ilustra en la figura 15.

**Figura 15** RedUAGro antes de actualizar el equipamiento de interred



Ahora bien, el esquema de la REDUAGro con soporte IPv6 considera el crecimiento a 10 años y se toman en cuenta los lugares donde la Universidad tiene o podría tener presencia en el nivel superior, así, en la figura 15.1, se ilustra el backbone IPv6 de la red universitaria en puntos clave del estado de Guerrero.

**Figura 15.1** Backbone de la Red IPv6



Los campus mostrados en la figura 15.1, están representados en la planeación del direccionamiento IPv6, que se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15** Plan de asignación de Ipv6 en la UAGro

No.	Sitio	Prefijo de subred
1	Enlaces punto a punto	2801:c4:40:0000/56
2	Chilpancingo	2801:c4:40:100/56
3	Tixtla	2801:c4:40:200/56
4	Zumpango	2801:c4:40:300/56
5	Iguala	2801:c4:40:400/56
6	Taxco	2801:c4:40:500/56
7	Altamirano	2801:c4:40:600/56
8	Chilapa	2801:c4:40:700/56
9	Acapulco	2801:c4:40:800/56
10	Cruz Grande	2801:c4:40:900/56
11	Ometepec	2801:c4:40:a00/56
12	Cuajinicuilapa	2801:c4:40:b00/56
13	Tecuanapa	2801:c4:40:c00/56
14	Tecpan de Galeana	2801:c4:40:d00/56
15	Zihuatanejo	2801:c4:40:e00/56
16	Tlapa	2801:c4:40:f00/56

Evaluación de la Infraestructura existente: La infraestructura de red que es necesario evaluar para identificar las capacidades de soporte IPv6 con las que cuenta, son los routers, los servidores, equipos y aplicaciones de seguridad y los equipos de usuario final.

Sin embargo, para el caso de la red universitaria, el proceso de evaluación coincidió con el proceso de actualización de la infraestructura de redes, en la cual se tenía contemplado sustituir los equipos de switching, ruteo, servidores y firewalls, de manera que no hubo necesidad de evaluar esta parte, y sólo se procedió a recomendar que los equipos a adquirir soportaran el protocolo IPv6, conforme se establece en las “Recomendaciones sobre el soporte IPv6 en equipos y aplicaciones” emitidas por la UNAM (Fernández A. Azael).

En cuanto al soporte de IPv6 en los equipos de usuario final, se tomó una muestra, de la cual se pudo determinar que el 90% de los usuarios utiliza Windows Vista y Windows 7, en los cuales IPv6 ya viene soportado y habilitado, de modo que sólo en 10% de los equipos se habilitará IPv6 con Windows XP.

#### Implementación y pruebas servicios Internet con soporte IPv6:

Los servicios de red con soporte IPv6 a implementar para su correspondiente despliegue en producción son:

1. Enrutamiento IPv6 con BGP, para comunicación con el exterior a través de dos ISP: UNINET y CUDI.
2. Enrutamiento OSPF para la comunicación al interior de la Red Universitaria.
3. Resolución de nombres de dominio interno y externo, mediante DNS.
4. Servidor Web con HTTP y HTTPS.
5. Servidor de sesiones remotas seguras con SSH.
6. Servicio de Videoconferencias.
7. Servicio de telefonía IP con IPv6.
8. Acceso a bases de datos MYSQL con soporte IPv6.
9. Acceso a bases de datos Oracle con soporte IPv6.
10. Control de acceso mediante Firewall con soporte IPv6.
11. Control de correo antispam con soporte IPv6.

## 12. Antivirus de red con soporte IPv6.

De los servicios a implementar, éstos se llevaron a cabo de la siguiente manera:

- Implementación y pruebas de enrutamiento BGP a través de ambos proveedores: CUDI y UNINET, llevando a cabo las pruebas en los equipos frontera de la red.
- Implementación y pruebas de los servicios de Web, DNS y SSH, Videoconferencias, Telefonía IP, acceso a bases de datos Oracle y MySQL. Para la configuración y pruebas de estos servicios, se creó una VLAN de pruebas, en la que se configuraron y probaron los servicios mencionados.
- Los controles de acceso de soporte IPv6 en el Firewall y Servidor antispam, así como el servidor de antivirus con soporte IPv6, se configuraron directamente en los equipos en producción.

## 15.2 Resultados

En la red universitaria se dejaron funcionando en la VLAN de pruebas, pero con direccionamiento IPv6 global, los servicios de DNS, Web y SSH. Estos servicios, los servicios de enrutamiento, telefonía IPv6, control de acceso y aplicaciones con soporte de IPv6 van a mantenerse funcionando en la VLAN de pruebas hasta fines de 2013 para que una vez pasada esta fase, puedan ser desplegados en producción.

## 15.3 Conclusiones

Dado el inminente agotamiento del direccionamiento IPv4, es necesario que desde las instituciones educativas del país se promueva la implementación del protocolo IPv6 y la capacitación correspondiente.

En el Estado de Guerrero, la Universidad Autónoma de Guerrero y la Universidad Tecnológica de la Región Norte son las primeras instituciones que han iniciado el impulso de IPv6 a través del proyecto de investigación denominado “Caso de estudio: Interconexión IPv6/IPv4 UNAM-UAG-UTRNG”.

En el mismo sentido, en la Universidad Autónoma de Guerrero, se está desarrollando el proyecto “Implementación de los servicios de red IPv6 en los campus de Chilpancingo e Iguala”, mismo que está en su fase final.

## 15.4 Referencias

(1981 ,September). Internet Protocol, DARPA Internet Program. Protocol Specification. Recuperado el 14 de abril de 2013, de <http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>.

Mogul J.(1984,Octubre). Internet subnets, Computer Science Department. Stanford University. Recuperado el 14 de abril de 2013, de <http://tools.ietf.org/html/rfc917>.

Fuller V.(1993,September). Classless Inter-Domain Routing (CIDR): an Address Assignment and Aggregation Strategy. Standar Track Cisco. Recuperado el 14 de abril de 2013, de <http://www.ietf.org/rfc/rfc1519.txt>.

Egevang K. (1994, May). The IP Network Address Translator (NAT). Cray Communications. Recuoerado el 14 de abril de 2013, de <http://tools.ietf.org/html/rfc1631>.

Rekhter Y, Cisco Systems (1996 , February ). Network Working Group Request for Coments: 1918. Address Allocation for Private Internets. Recuperado el 14 de abril de 2013, de <http://www.ietf.org/rfc/rfc1918.txt>

Pumill T (1995 ,December). Network Working Group Request for Coments: 1878. Variable Length Subnet Table For Ipv4. Recuperado el 14 de abril de 2013, de <http://www.ietf.org/rfc/rfc1878.txt>

Hinden T.R (1999, December ). Network Working Group Request for Coments: 1878. Format for Literal IPv6 Addresses in URL's. Recuperado el 14 de abril de 2913, de <http://www.ietf.org/rfc/rfc2732.txt>

Fernández A. Azael. IPv6 . México. Consultado el 14 de abril de 2013, de [http://www.ipv6.unam.mx/documentos/Recomendaciones\\_Licitaciones-Compras-equipos-para-IPv6-UNAM-v2.pdf](http://www.ipv6.unam.mx/documentos/Recomendaciones_Licitaciones-Compras-equipos-para-IPv6-UNAM-v2.pdf)

## **Implementación de un generador de señales por síntesis digital directa con VHDL**

Jorge Acosta, Reyle Mar y Mario Ibarra

J. Acosta, R. Mar y M. Ibarra

Universidad Politécnica del Centro, Carretera Federal Villahermosa-Teapa Km. 22.5. Tumbulushal, Centro, Tabasco.  
C.P. 86290. Tel:(993)3125893.

Universidad de Guanajuato División de Ingenierías, Carretera Salamanca-Valle de Santiago Km 3.5+1.8 Comunidad de Palo Blanco, C.P 36885 Salamanca, Gto.

[jacostalejandro@gmail.com](mailto:jacostalejandro@gmail.com)

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

En este trabajo se propone el desarrollo de un generador de funciones utilizando como técnica de diseño la síntesis digital directa (DDS) la cual permite la generación de una gran variedad de señales (señales senoidales, rampa, triangular, cuadrada, etc.), he implementado en la tarjeta Nexys 2 la cual cuenta con un FPGA, el Spartan 3E de Xilinx. La DDS cuenta con la característica de mapear los valores colocados en una LUT (look-up table) en relación a los valores entregados por el acumulador de fase. Así también se pretende mostrar las virtudes que ofrece los FPGA como dispositivos reprogramables o reconfigurables.

## 16 Introducción

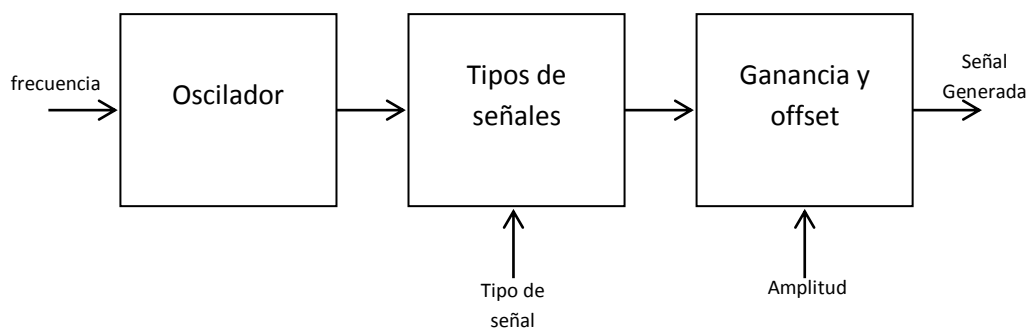
Se denomina generador de señal a toda fuente de señal electrónica cuyas características forma de onda, frecuencia, tensión, etc. Se pueden establecer a valores fijos o se pueden controlar dentro de unos límites especificados [1].

Los generadores son utilizados en un sinnúmero de aplicaciones, o de manera experimental por ejemplo para obtener la respuesta en frecuencia o temporal de amplificadores, analizar su linealidad, caracterizar y sintonizar filtros, estudiar la sintonía de receptores, proporcionar señales portadoras ya sea para modulaciones digitales o analógicas, etc.

La estructura básica de los generadores señales se muestra en la figura 1, en principio cuenta con tres bloques funcionales, la primera etapa sería: un oscilador (generador) es el que da la posibilidad de cambiar la frecuencia o periodo de trabajo; una segunda etapa que determina la forma de onda de la señal; y una tercera etapa la salida donde se ajusta la amplitud y el nivel de continua de la señal entregada (offset). Independientemente de las técnicas utilizadas para la generación de señales, estas etapas siguen existiendo.

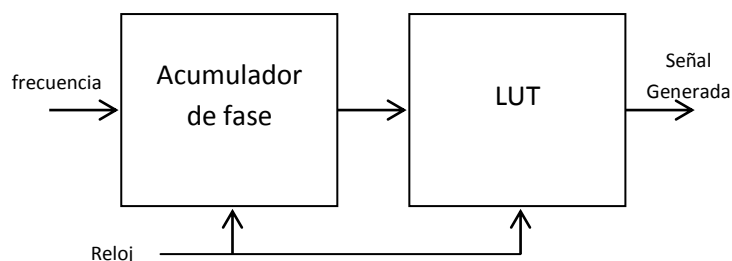
La síntesis digital directa (DDS) es un método de elaboración de formas de onda analógicas generalmente del tipo senoidal. Un sintetizador digital directo provee muchas ventajas importantes ya que puede ofrecer la conmutación rápida entre las frecuencias de salida, resolución de frecuencias en el orden de los microhertz esto depende de la longitud de bits del acumulador de fase, operación sobre un amplio espectro de frecuencias y capacidad de control de fase con precisión de miligrados.

**Figura 16** Elementos básicos para un generador de señal



La síntesis Digital directa cuenta con dos bloques básicos estos son el acumuladores de fase y la LUT o ROM en la cual se guardarían los valores muestreados y correspondientes a las diferentes señales a generar (figura 16.1). Otros atributos inherentes de la DDS incluye eliminar la necesidad de calibrar el sistema manualmente, derivado de los problemas asociados con la edad de los componentes y los cambios en temperatura. Estas características los hacen ideales para diversas áreas como la generación de funciones de alta calidad y modulación digital de alta velocidad.

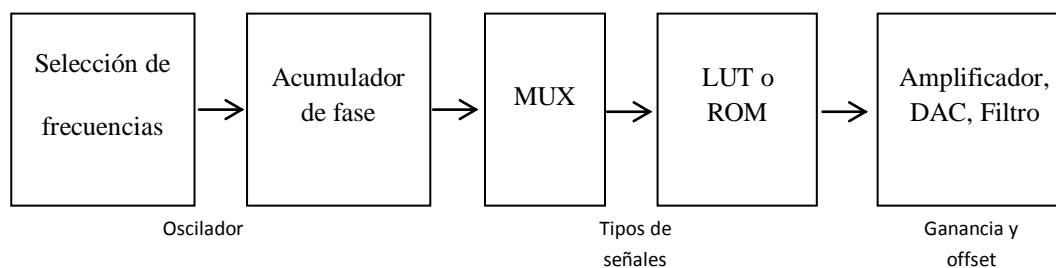
**Figura 16.1** Elementos básicos para la DDS



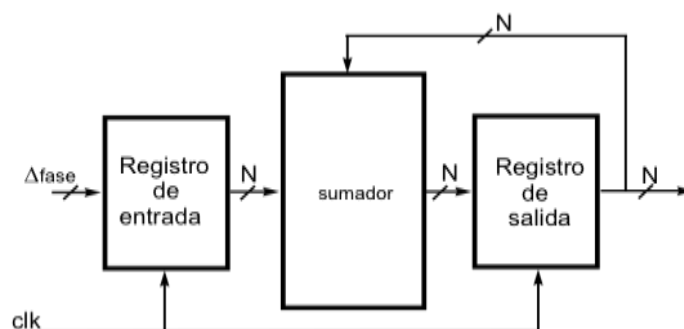
## 16.1 Método

La estructura para el generador de señales aleatorias propuesto en el proyecto se puede visualizar en el diagrama de bloques de la figura 16.2. La primera etapa corresponde a la selección de frecuencia y el acumulador de fase, la segunda etapa contempla el multiplexado y LUT o ROM y la última etapa corresponde a la conversión de los valores digitales analógicos junto con la etapa de amplificación y filtrado.

**Figura 16.2** Esquema general





**Figura 16.3** Acumulador de fase

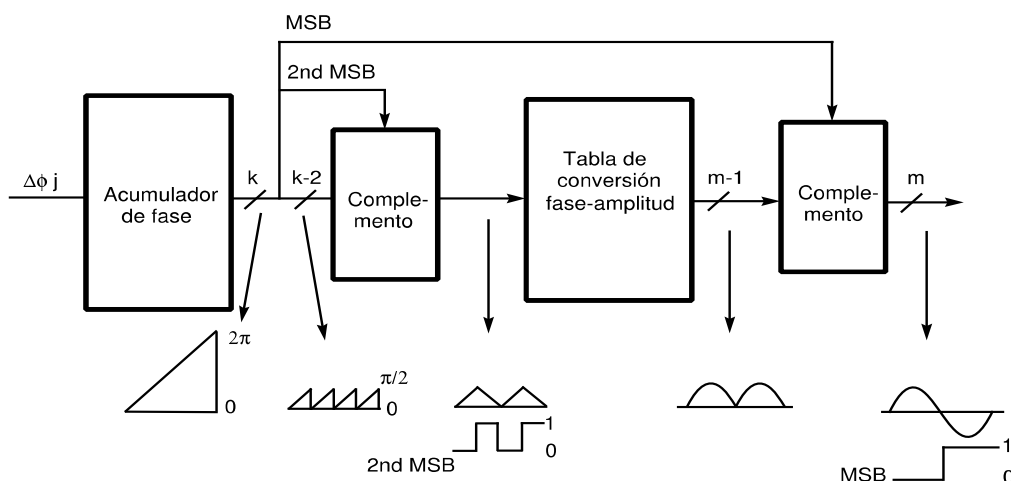
Para la selección de la frecuencia se generó una máquina de estados y se habilitaron las botonerías del Nexys 2. Un diagrama a bloques simplificado de un acumulador de fase se muestra en la figura 16.3. La operación del acumulador es como sigue, el contenido del registro de entrada se suma al del registro de salida en cada ciclo de reloj. El dato de entrada representa un paso de fase, el dato de salida es una rampa digital cuya frecuencia es una fracción de la frecuencia de reloj como se muestra en la ecuación 1 donde  $N$  es la resolución (numero de bits) del acumulador,  $N$  determina la resolución a la cual la frecuencia de salida puede ser ajustada, con el valor de fase en cada instante.

$$f = \Delta fase * f_{CLK} / 2\pi$$

$$\Delta fase \leq 2^{N-1}$$

(16)

El siguiente paso es seleccionar el tipo de señal, esto se hace con la misma máquina de estados del primer bloque en conjunto con el multiplexor, de esta manera podemos seleccionar entre las diferentes LUT (look up table) que relaciona el valor de cada ángulo de fase con el correspondiente valor de amplitud.

**Figura 16.4** Diagrama a bloques de la simetría de la función senoidal

Para la LUT que corresponde a la señal senoidal se explota la simetría de la misma permitiendo reducir considerablemente las dimensiones de la ROM [7][4], esto se ve en la figura 16.4.

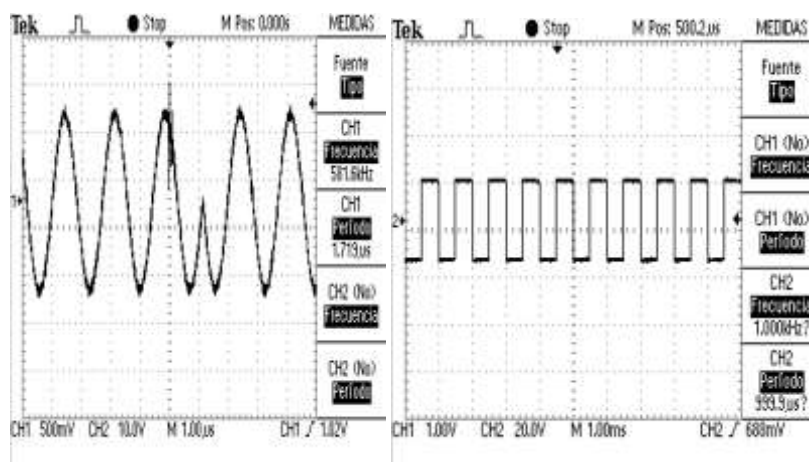
Contando con la parte digital implementada y los valores digitales de la señal a generar, el paso siguiente es convertir éstos valores digitales a formato analógico mediante un convertidor digital analógico (DAC), así también dentro de esta etapa los mismo amplificadores operacionales que dan el acoplamiento, permiten dar la ganancia necesaria. Este DAC debe de tener la misma resolución de bits, para que no se ocasione una pérdida de calidad en la señal de salida. El convertidor elegido fue el DAC2902, es un convertidor digital analógico de muy alta velocidad, con un diseño monolítico, de 12 bits, con doble canal, y es optimizado para proporcionar alto funcionamiento dinámico mientras que solamente disipa 310mW. Operando con altos índices de actualización de hasta 125MSPS, el DAC2902 ofrece funcionamiento dinámico excepcional, y permite la generación de frecuencias de salida muy altas convenientes para aplicaciones de comunicaciones. Cada DAC tiene una salida diferencial de alta impedancia.

El DAC2902 utiliza un tecnología avanzada de CMOS; la segmentación dividida de la arquitectura reduce al mínimo la energía de interferencia de salida, y maximiza el funcionamiento dinámico. Todas las entradas digitales son compatibles con una lógica de +3.3V y de +5V. El DAC2902 cuenta con un circuito interno de referencia, al igual que permite el uso de una referencia externa [6].

## 16.2 Resultados

Las pruebas realizadas muestran una excelente estabilidad en frecuencia, fase y amplitud, no se lograron realizar pruebas con el analizador de espectros pero, los antecedentes demuestran espectros limpios para el caso de las señales senoidales utilizando la arquitectura de Sunderland [5]. En las siguientes imágenes se muestra algunos oscilogramas

**Figura 16.5** Oscilogramas señal cuadrada a 1KHz y señal senoidal a 581KHz con desfaseamiento



### 16.3 Conclusiones

Hoy en día, muchos de los generadores de señales que existe en los banco de prueba de los laboratorios cuenta con la técnica DDS, y es claro que los precios de estos equipos es considerablemente alto, es por ello que este trabajo puede servir muy bien como prototipo y reemplazar de manera económica a estos generadores. La DDS es una de las herramientas con mayor éxito para la generación de funciones, aportando grandes beneficios en control de amplitud, fase y frecuencia para cualquier tipo de señal, aunado, la tecnología FPGA da un excelente rendimiento, portabilidad y la reconfiguración del propio sistema. Y claro se aprovecha el paralelismo, los FPGA's exceden la potencia de cómputo de muchos dispositivos. Las limitaciones que pueden aquejar al generador están dadas por elementos externos al FPGA como la señal de reloj y el DAC. No habría ningún problema si se requiere frecuencias mayores a los 25MHz, ya que esto depende de la señal de reloj y no de la propia descripción.

### 16.4 Referencias

Pallás Areny, R. Instrumentos electrónicos básicos.

Romero T, René de Jesús (2003)Sistemas Digitales con VHDL, Legaria Ediciones.

J.E Volder. (1995). The CORDIC trigonometric computing techniqueNegation as Failure in the Head.

Jouko, V. (1997). Methods of Mapping from Phase to Sine Amplitudte in Direct Digital Synthesisl, 1997.

H.T Nicholas, H Samueli, B. Kim,(1988) .The optimization of direct digital frequency synthesizer performance in the presence of infinite word length effectsl.

Hoja de Datos, Burr-Brown Products from Texas Instruments, DAC2902. Dual, 12-Bit,125MSPS, Digital-to-Analog converter

Yong Sin Kim, Soo Hwan Kim, Kwang-Hyun Baek ,(2000). Multiple Trigonometric Approximation of Sine-Amplitude with Small ROM Size for Direct Digital Frequency Synthesizersl

## **Implementación de un Sistema para el Control de Activos ISOPTEC, bajo el estándar ITIL y metodología ágil SCRUM**

Mario May ,Yeni Morales ,Jorge Marrufo ,Mario Martín

M.May ,Y. Morales ,J.Marrufo y M.Martín  
Universidad Tecnológica Metropolitana, Calle 115 (Circuito Colonias Sur) No. 404 x 50 en la Colonia Santa Rosa, Mérida,  
Yucatán  
mario.may@utmetropolitana.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

This paper aims to show the process of software development using an agile development method called Scrum to a fixed assets control system called ISOPTEC. The system is willing to become a standard for the first control of the institution's computer equipment for which it was made, and in the future intends to have more functions that will allow it to be used by higher education institutions, similar to our University and particularly to the ones that belong to the Coordination of Technological Universities.

## **17 Introducción**

Siendo uno de los grandes retos de la administración pública y establecido en el plan nacional de desarrollo 2007 – 2012 del gobierno federal la realización de estrategias tendientes a simplificar la regulación que rigen a las instituciones, así como mejorar las políticas, normas y disposiciones de carácter general que emiten las instancias o instituciones dependientes de tres órdenes de gobierno.[1]Que las instituciones de gobierno cuentan con las atribuciones para organizar y coordinar el desarrollo administrativo integral de las dependencias y entidades de la administración pública, con el objetivo de que los recursos humanos, patrimoniales y los procedimientos y tecnologías aplicadas a su cuidado, sean aprovechados y aplicados con criterios de eficiencia[1], resulta importante la implementación de sistemas de software que mitiguen la desorganización y guíen el cuidado de los recursos patrimoniales de las instituciones públicas. Por lo anterior, resulta un reto interesante para las instituciones públicas, y en el caso que nos ocupa de las Universidades Tecnológicas, el contar con sistemas de información que coadyuven al cuidado de los recursos patrimoniales que con el fin de cumplir el objetivo académico se entrega en resguardo al personal administrativo y académico adscrito, entendiéndose por este, todos los equipos materiales e inmateriales (como software de computadora) que se utilizan cotidianamente y han sido adquiridos mediante recursos públicos destinados a la dependencia y que por ende forman parte del cuerpo patrimonial de la misma. El objetivo general de este artículo, es mostrar la importancia de aplicar controles a través de un sistema de software para administrar los recursos patrimoniales en las Universidades Tecnológicas, siendo el objeto de estudio inicial la Universidad Tecnológica Metropolitana, mostrando en especial la metodología de software utilizada, así como en el particular del implementado para controlar la maquila del software, mostrando los resultados obtenidos tanto desde un punto de vista tecnológico como de mejora en el proceso de general del control patrimonial.

### **17.1 Método**

Al tratarse de un proceso de desarrollo de software, se ha optado por el seguir una estrategia metodológica afín a este tipo de implementaciones, por lo que el uso del SCRUM ha sido la elección; en cuanto a la funcionalidad de la aplicación, se ha decidido seguir el estándar que para activos fijos marca ITIL.

## 17.2 SCRUM

De acuerdo al SCRUM Primer[2] el modelo de desarrollo consiste en un marco de trabajo iterativo para el desarrollo de productos y proyectos. El trabajo se organiza en ciclos de trabajo denominados Sprints los cuales tienen las siguientes características:

1. Son iteraciones de 1 a 4 semanas y van sucediendo una detrás de otra.
2. Los sprints son de duración fija aunque en algunas ocasiones el trabajo no se haya completado.

Al comienzo de cada sprint el equipo de trabajo (Scrum Team) selecciona los elementos (historias) de una lista priorizada (Product Backlog) ,definida por el cliente (Product Owner), comprometiéndose a terminarlos al finalizar el Sprint. La regla primordial consiste en que no es posible cambiar los elementos elegidos una vez iniciado el Sprint.

Todos los días el Scrum Team se reúne brevemente para informar el progreso (Daily SCRUM) al jefe del equipo (SCRUM Manager) y actualizan unas gráficas sencillas (burndown charts) que les orientan sobre el trabajo restante. Al final del Sprint en presencia de todos los involucrados en el proyecto se expone todos los avances realizados los cuales consisten en componentes funcionales de la aplicación. Para ilustrar este proceso se puede ver la imagen de la figura 17.

**Figura 17** Infografía de la metodología SCRUM



Se optó por emplear esta metodología debido a que el proyecto presenta las siguientes características:

- El equipo de desarrollo es pequeño (4 personas).
- Debido a que es un desarrollo interno de la institución es posible tener un contacto frecuente con el cliente el cual se ha demostrado ser clave para el éxito del proyecto.
- Por motivos operativos es necesario presentar incrementos funcionales en corto tiempo ya que el área necesita del apoyo de las herramientas que el sistema brindará.

### **17.2.1 Implementación de la metodología SCRUM**

El proyecto está conformado por 6 ciclos de desarrollo (sprints ) de duración de 3 semanas. La configuración del release quedó de la siguiente manera:

Sprint 1. El sistema deberá de contar diferentes catálogos de ítems de la base de datos, debe de tener la capacidad de contar con un esquema de base de datos normalizado y módulos de administración de esta información (altas, bajas y cambios).

Sprint 2. El sistema deberá de contar con un mecanismo de seguridad basado en roles, implicando la creación de usuario y roles del sistema.

- Registro de usuarios del sistema.
- Registro del personal relacionado con la Universidad Tecnológica Metropolitana.

Sprint 3. El sistema deberá de contar con un módulo para el registro de activos, así como la capacidad para asociar éstos al personal de la institución.

- Control de los activos en relación con las áreas controladas y no controladas por el departamento de activos fijos.
- Grupo y Subgrupo de activos.

Sprint 4. El sistema deberá de tener un módulo para el registro de préstamos de activos entre el personal.

- Préstamos de Activos entre áreas de trabajo.

Sprint 5. El sistema deberá de tener un módulo para el registro de traspasos ,devoluciones para complementar el proceso de movimientos de activos de la institución.

- Traspasos, devoluciones de activos.

Sprint 6. El sistema deberá de contar con reportes para obtener indicadores del proceso de control de activos fijos, además los reportes en algunas actividades del sistema fungirán como documentos oficiales de la institución.

- Reportes de los procesos del sistema.

Dentro de las historias descritas en el product backlog, de manera representativa se presenta en la tabla 17 un ejemplo.

**Tabla 17** Ejemplo del uso de la metodología SCRUM a partir de una historia del Product Backlog

<b>Prioridad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estimación</b>
1	Yo como supervisor deseo registrar los préstamos de activos de la institución para saber en todo momento que activo ha presentado movimientos y a quien se le dio.	50
2	Yo como administrador quiero crear usuarios en la aplicación para establecer los controles de seguridad en las actividades del sistema.	10
3	Yo como supervisor deseo generar reportes de los activos fijos asignados al personal para que en caso de auditoría se le proporcione al personal su hoja de resguardo de activo fijo.	30

Uno de los artefactos claves de la metodología Scrum es la gráfica de progreso o de quemado (burning chart) ,en ésta se ilustra el progreso del equipo de desarrollo expresado en horas. El eje de las X corresponde a los días de desarrollo y en el eje de las Y corresponde el número de horas faltantes por concluir con el objetivo del sprint, lo ideal, es aproximarse a una relación equivalente entre el aumento de los días trabajados y las horas faltantes En la imagen de la figura 2 se presenta la gráfica de quemado para el Sprint 1, la cual orienta el cumplimiento del programa original de desarrollo.



**Figura 17.1** Ejemplo del Burning Chart del Sprint 1



### 17.2.2 ITIL

Como parte de la estrategia de registro de activos fijos se tomó como referencia la librería ITIL[3] en específico el proceso de Configuration Management que tiene como finalidad establecer los mecanismos de control de los activos fijos que forman parte de la infraestructura de los servicios de TI, en este caso para adaptarlo al dominio de aplicación del sistema ISOPTEC se amplió el alcance del proceso para tomar en cuenta no solamente los activos propios de la infraestructura tecnológica sino también para registrar todo activo fijo de la institución.

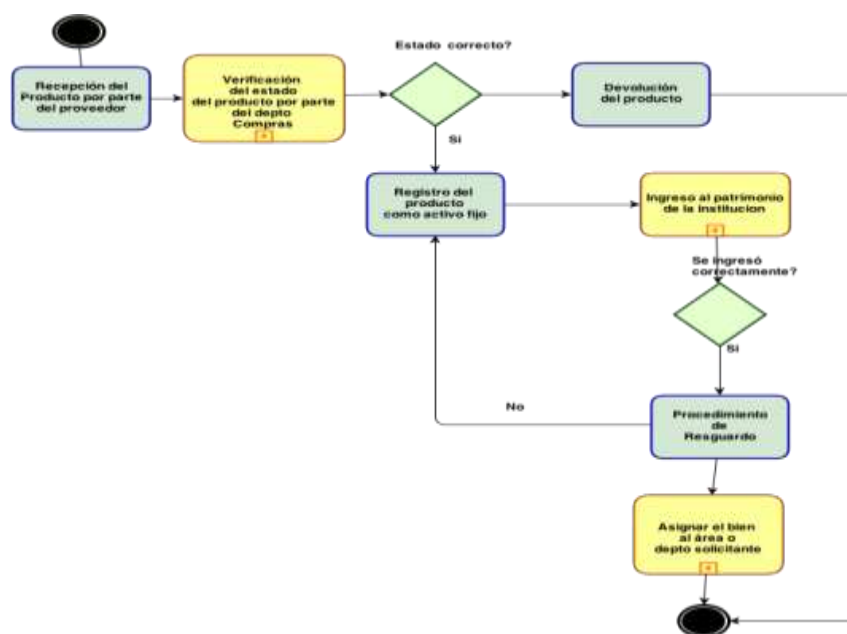
Utilizar este proceso nos va a permitir:

- Administrar la integridad de los activos fijos registrando aquellos activos fijos que sean pertinentes para el control administrativo.
- Administrar la información histórica sobre el estado actual así como la configuración, para saber en todo momento el estado actual de todos el inventario de la institución.
- Proveer la información necesaria que apoye a la toma de decisiones referentes al estado de la infraestructura, para saber por ejemplo si es suficiente ésta para garantizar la calidad de servicio que proporciona la Universidad.

## 17.3 Desarrollo

### 17.3.1 Análisis de requerimientos

Definida la metodología de desarrollo a utilizar, inició el proceso formal de maquila del software, siendo la primera actividad el levantamiento de requerimientos, para lo cual se analizaron los procesos manuales mediante el uso diagramas de proceso de la notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN), cuyo fin es proporcionar una notación estándar que sea fácilmente legible y entendible por parte de todos los involucrados e interesados del negocio. Entre estos interesados están los analistas de negocio (quienes definen y redefinen los procesos), los desarrolladores técnicos (responsables de implementar los procesos) y los gerentes y administradores del negocio (quienes monitorizan y gestionan los procesos). En síntesis BPMN tiene la finalidad de servir como lenguaje común para cerrar la brecha de comunicación que frecuentemente se presenta entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación.[4]

**Figura 17.2** Diagrama de proceso que describe el alta de un bien en el inventario

Al obtener la totalidad de los diagramas de proceso, se pudo tener una vista general del funcionamiento y con ello llevar a cabo la lista de requerimientos, los cuales son los mostrados en la tabla 17.1.

**Tabla 17.1** Listado de requerimientos del sistema Isoptec

Nombre del Requerimiento	Tipo de Requerimiento	Descripción
Usuarios	No funcional (Catalogo)	Lista de usuarios permitidos a utilizar el sistema.
Activos	No funcional (Catalogo)	Lista de bienes materiales e inmateriales.
Personal	No funcional (Catalogo)	Lista dependiente de usuarios de personal con asignación de materiales.
Marcas	No funcional (Catalogo)	Lista de estados validos del bien, tomando como referencia el estado físico del bien.
Grupos de activos	No funcional (Catalogo)	División organizacional de los departamentos de la Universidad.
Subgrupos de activos	No funcional (Catalogo)	Subdivisión de los departamentos de la Universidad

Autorizar entradas	Funcional (Acción)	Validación de un nivel superior que realiza a la captura de entrada ingresado por un usuario de nivel bajo.
Movimientos	Funcional (Acción)	Asignación de un bien a un usuario del catálogo personal.
Trasposos	Funcional (Acción)	Acciones de re asignación de un bien entre diferentes usuarios del catálogo personal, ya sea por reasignación o por renuncia.
Reimpresión	Funcional (Acción)	Acción de re impresión de cualquiera de las acciones permitidas del sistema tales como asignación o trasposos.
Reportes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento de Activos</li> <li>• Entradas, Salidas</li> <li>• Existencia rápida</li> <li>• Ubicación actual por serie</li> <li>• Activos en área, personal</li> </ul>	Funcional (Acción)	Generación de información del estado de los resguardos, ubicaciones, reportes por área o personal de los bienes de la Universidad.
Permisos del Sistema	Funcional (Acción)	Asigna a los diferentes roles la capacidad de operación en el sistema.

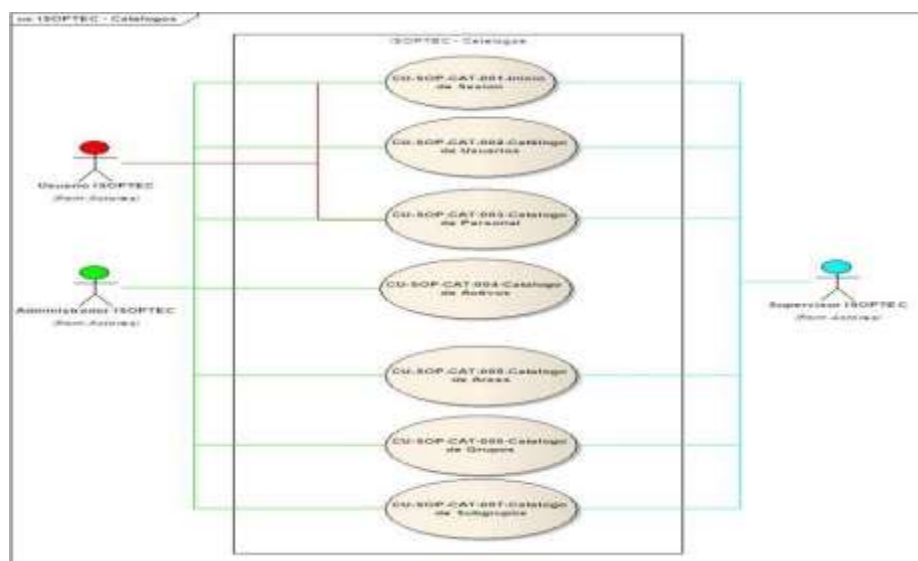
La lista de requerimientos, define la funcionalidad requerida durante el proceso de desarrollo, por lo que a partir de esta es posible la generación de los diagramas de UML que en conjunto con la metodología utilizada, es posible definir el modelo de casos de uso del sistema.

### 17.3.2 Diagrama de casos de uso y cálculo del esfuerzo.

Con la lista de requerimientos se diseñó el modelo de casos de uso, conjunto de diagramas y tablas de descripción que orientan el desarrollo de la funcionalidad de la aplicación; el objetivo en este nivel de desarrollo es orientar correctamente los springs del modelo funcional. En la figura 17 puede observarse uno de los diagramas generados para el modelo de casos de uso, en este caso de representa la interacción de los actores con los catálogos del sistema.

El sistema completo requirió además del aquí mostrado de los que describen las funcionalidades de autorizar devoluciones, avanzadas, consultar activos, entradas, devoluciones, reportes y salidas.

**Figura 17.3** Diagrama perteneciente al modelo de casos de uso



Con el modelo de casos de uso finalizado y autorizado se procede al cálculo del esfuerzo, para ello se utiliza el propuesto por Gustav Karner en colaboración de Ivar Jacobson en el año de 1993 al modificar el método tradicional de puntos de función utilizando puntos de casos de uso, técnica posteriormente adoptada por IBM e implementada en la versión del proceso unificado de racional.[5]De primera instancia se hizo el cálculo de los puntos de casos de uso sin ajustar (UUCP) mediante la relación  $UUCP = UAW + UUCW$  (Véanse tablas 17 y 17.1), cuyo valor fue de 58 puntos de casos de uso, sin ajustar.

**Tabla 17.2** Cálculo del factor de peso de los actores sin ajustar (UAW)

Tipo de actor	Factor de peso	Número de actores	<i>Resultado</i>	
Simple	1	0		0
Promedio	2	1		2
Complejo	3	2		6
Total				8

**Tabla 17.3** Cálculo del factor de peso de los casos de uso sin ajustar (UUCW)

Tipo de caso de uso		Factor de peso	Número de casos de uso	
				Resultado
Simple	5	3	15	
Promedio	10	2	20	
Complejo	15	1	15	
<b>Total</b>		<b>50</b>		

Posteriormente se realizó el ajuste de los casos de uso mediante la relación  $UCP = UUCP \times TCF \times EF$ , dando como resultado que los puntos de caso de uso ajustados (UCP) es de 53.86, véase tabla 17.1 y 17.2.

**Tabla 17.4** Cálculo del factor de peso de complejidad técnica ( $TCF = 0.6 + 0.01 * 19.5 = 0.795$ )

Número de factor	Descripción	Peso	Valor	Factor
T1	Sistema Distribuido	2	0	0
T2	Tiempo de respuesta	1	1	1
T3	Eficiencia por el usuario	1	1	1
T4	Proceso interno complejo	1	3	3
T5	Reusabilidad	1	1	1
T6	Facilidad de instalación	0.5	4	2
T7	Facilidad de uso	0.5	5	2.5
T8	Portabilidad	2	1	2
T9	Facilidad de cambio	1	3	3
T10	Concurrencia	1	2	2
T11	Objetivos especiales de seguridad	1	1	1
T12	Acceso directo a terceras partes	1	1	1
T13	Facilidades especiales de entrenamiento a usuarios finales	1	0	0
			Total Factor	19.5

**Tabla 17.5** Cálculo del factor de peso de ambiente (EF=  $1.4-0.03*1.5 = 1.355$ )

Número del factor	Descripción	Peso	Valor	Factor
E1	Familiaridad con el modelo del proyecto usado.	1.5	1	1.5
E2	Experiencia en la aplicación	0.5	1	0.5
E3	Experiencia OO.	1	0	0
E4	Capacidad del analista líder.	0.5	1	0.5
E5	Motivación.	1	0	0
E6	Estabilidad de los requerimientos.	2	1	2
E7	Personal media jornada.	-1	0	0
E8	Dificultad en lenguaje de programación.	-1	3	-3
Total				1.5

Teniendo los puntos de casos de uso ajustados fue posible calcular el esfuerzo mediante la relación  $E = UCP * CF$ , otorgándole al factor de conversión (CF) un valor de 10 hrs, por lo que  $E = 538.6$  horas/hombre, que corresponde al tiempo de programación estimado del proyecto, por lo que para calcular el esfuerzo total (Etot) se utiliza la tabla de la distribución genérica del esfuerzo, dando  $Etot = 1346.5$  hrs/hombre, véase la tabla 17.5.

**Tabla 17.6** Cálculo Esfuerzo Total (Etot)

Actividad	Porcentaje	Cálculo
Análisis	10.00%	134.65
Diseño	20.00%	269.3
Programación	40.00%	538.6
Pruebas	15.00%	201.975
Sobrecarga(otras actividades)	15.00%	201.975
Total		1346.5

El último paso consistió en calcular los días totales, definiendo de primera instancia el número de personas involucradas, cuatro en este caso, por lo que el tiempo estimado de desarrollo (TDesarrollo) se estima en 336.62 horas ( $Etot/4$ ) y tomando en cuenta una dedicación de 4 horas al día TDesarrollo en días es  $\approx 84.15$  días hábiles, y, un costo de desarrollo de  $\approx \$ 21,039.06$  M.N. tomando como referencia la hora de desarrollo tabulado en la UDS, que ya se encuentra incluido dentro de las actividades cotidianas de los profesores, por lo que el costo es representativo, ya que igualmente se cuenta con la infraestructura de implementación.

Con esta información, se ajusta al número de sprints, que por tratarse de 6, se estima el desarrollo real en 90 días hábiles (15 días hábiles por sprint).

## 17.4 Resultados

Al finalizar los seis sprints utilizando el lenguaje de programación C# con tecnología ASP .NET y bases de datos MySQL, se procedió a la realización de las baterías de pruebas de caja negra y caja blanca, con lo que se obtiene la liberación de sistema con la funcionalidad definida en el análisis de requerimientos, siendo que el sistema ha sido desarrollado mediante programación orientada a objetos modular pudo completarse en el tiempo estimado más un desfase de tiempo del 3%.

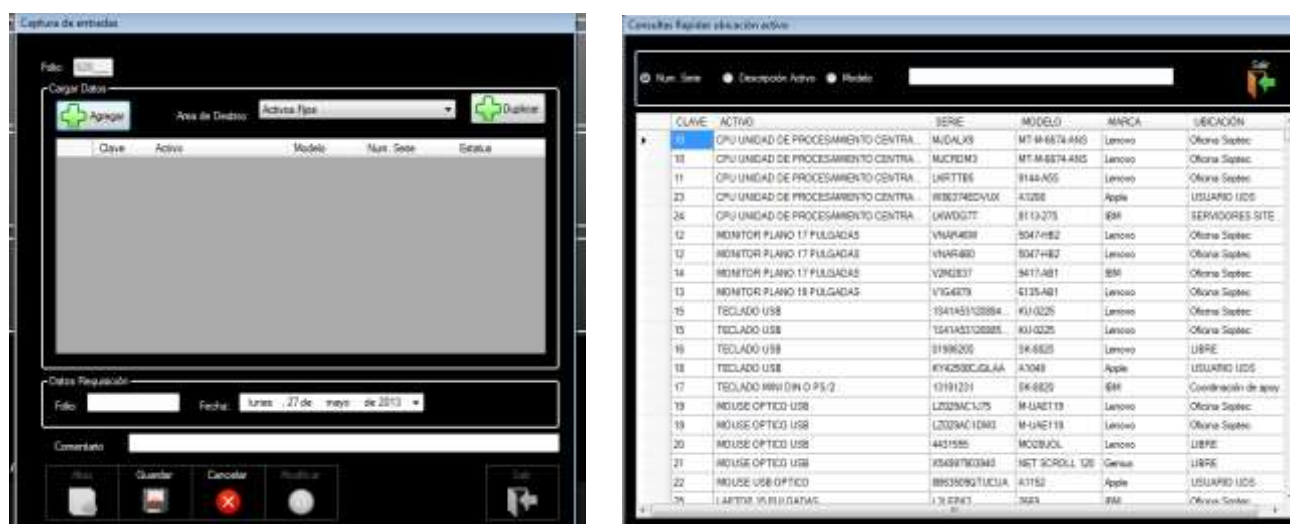
**Figura 17.4** Pantalla principal del sistema ISOPTEC



En la figura 17.4 puede observarse la pantalla principal del sistema ISOPTEC, la cual divide el panel de operación en cuatro líneas de operación, siendo la primera destinada a los controles de operación de las funcionalidades principales que son la de captura de entradas, autorización de entradas, movimientos, asigna a SOPTEC y trasпасos. La segunda línea de operación se encuentran los reportes más comunes, las cuales se pueden realizar por activo o por salida. En la tercera línea de operación se ubicaron los catálogos de la aplicación en el cual se administra la información de altas, bajas y cambios de los activos, personal o usuarios.

La última línea de operación tiene características avanzadas, en específico contempla la búsqueda por número de serie y los reportes especializados de existencia rápida, seguimiento y áreas controladas, véase figura 17.5.

**Figura 17.5** Dos pantallas del sistema ISOPTEC, a la izquierda Captura de Entradas, a la derecha resultado de un reporte de búsqueda



## 17.5 Discusión

Este trabajo de investigación aplicada tuvo como propósito solucionar un añejo problema que se da al interior de la Universidad Tecnológica Metropolitana que es el control de los activos fijos y que pretende en convertirse en una propuesta de solución a la instituciones que tienen un problema similar y se encuentran en la disyuntiva de elegir la adquisición de un software comercial o la implementación de un sistema a la medida. La implementación de la aplicación ha traído un mayor control sobre el destino de los bienes de la institución, siendo mucho más sencillo al momento de que se realice una auditoría, ubicar los bienes y muy en especial el estado de las mismas, lo que garantiza siempre la certeza de contar con la información actualizada y redundante en una reducción de la erogación económica por faltantes. El hecho de que la aplicación haya seguido una metodología ITIL, da por sentado que los procesos se siguen mediante una norma de calidad y en especial validada, por lo que hizo más fácil la adaptación de los procesos manuales a los automatizados por el hecho de contar con suficiente bibliografía para sustentarlo y ejemplos de aplicación.



Otra aportación de esta investigación es el observar el resultado de la aplicación de una metodología de software emergente tal como son las consideradas ágiles, en este caso la Scrum, ya que por lo general muchas instituciones eligen utilizar métodos tradicionales como el de vida clásico, de cascada, y muy en especial mediante el uso del proceso unificado de desarrollo, en nuestro caso, se utilizó la metodología Scrum sin descuidar los modelos que se generan en esas metodologías, que a la larga, conllevan uno de los principales beneficios de documentar correctamente como es el hecho de poder continuar la aplicación incluso con un equipo nuevo de desarrollo reduciendo significativamente el tiempo la curva de aprendizaje de la funcionalidad de la aplicación y por ende, redundando en beneficios en cuanto al tiempo de desarrollo, que como indican los estudios realizados que influenciaron la estandarización de los procesos de software.

En cuanto a la metodología utilizada, resulta favorable debido al éxito de implementación, que debe de tomarse en cuenta pudo ser beneficiada al tiempo y números de proyectos que ha desarrollado el mismo equipo de programadores, sin embargo, los autores estimamos que se debe más al conocimiento de los artefactos y al conocimiento de la problemática, ya que es un tema muy afín al ser parte de la institución en la que se ha implementado y dicho sea de paso es un problema que surge mitigar a partir de la observación simple de la problemática, no necesitando en este caso la interacción de un grupo o terceras personas ajenas a la situación.

Mejoras que sería interesante implementar, son la adaptación de la metodología ágil a un ambiente en el cual se complementa con el seguimiento de un estándar PSP y CMMI, ya que es un tema actual en el que los investigadores de los estándares encuentran interesante estudiar, ya que por un lado se contempla la simplicidad de los sistemas desarrollado mediante metodología ágil como Scrum, y por otro la importancia de contar con la formalidad que brindan las metodologías tales como CMMI.

## **17.6 Conclusiones**

Con la implementación del sistema propuesto es posible mejorar aspectos de control del área de activos fijos de la institución brindado una plataforma acorde a las necesidades del departamento y preparada para futuros cambios que pudiesen generarse con base al manejo de la normatividad implementada con el valor agregado de utilizar un esquema de seguridad más robusto y confiable.

El sistema ha demostrado su eficiencia al hacer uso de las interfaces y catálogos desarrollados así como reportes que se generan de forma periódica con el fin de proporcionar monitoreo y control de los activos; de igual forma es posible implementar una interfaz web la cual permita a manera de consumo de servicio a los usuarios poder consultar y solicitar actualizaciones o verificaciones de los activos que se les tienen asignado haciendo de este un proceso que involucre a todas las partes (usuario-activos-usuario).

Por otra parte con el fin de agilizar el proceso de inventarios y revisiones periodicas se tiene planeado continuar con el desarrollo para interfaces ligeras como pueden ser aplicaciones para Android que permiten realizar las revisiones desde un dispositivo movil que cuente con estas características y prestaciones, permitiendo una completa integración y actualizaciones de los datos a traves de los mismos.

Al terminar el desarrollo completando los seis sprints se entregó al cliente un programa funcional con todas los requerimientos del sistema cumplidos esto es debido a que la metodología SCRUM establece que al final de cada ciclo de desarrollo se tiene que entregar al cliente un incremento funcional, también la metodología requiere una participación más proactiva por parte del cliente dando como resultado un sistema que en todo momento esté acorde a las necesidades y expectativas del cliente.

Al utilizar la librería ITIL como directriz para el registro de activos fijos dio como resultado un sustento metodológico en la aplicación de las políticas de control de los mismos y resultó interesante observar que es fácil trasladar dichas políticas hacia activos de ámbitos generales.

## 17.7 Referencias

Presidencia de la República de México “Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 de los Estados Unidos Mexicanos” Recuperado el 22 de Septiembre de 2012 <http://pnd.gob.mx/> [2] P. Deemer ,G. Benefield, C. Larman, B. Voode. “Scrum Primer” 2010

APM Group Ltd “ITIL official Website” Recuperado el 25 de Mayo del 2013 en <http://www.itil-officialsite.com/>

Bruce Silver, “BPMN Method and Style: A levels-based methodology for BPM process modeling and improvement using BPMN 2.0”, Cody-Cassidy Press 2009

I. Jacobson, G. Booch,J. Rumbaugh. “The Unified Software Development Process” .AddisonWesley 2000

## **Inclusión de tecnologías de voz en dispositivos móviles para aprendizaje de un segundo idioma**

Alondra Katt, Eunice Morales, Manuel Gómez y Alejandro Ramírez

A. Katt, E. Morales, M. Gómez y A. Ramírez  
Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, Av. Universidad Tecnológica Lote Grande N°1, S/C, Nanchital de  
Lázaro Cárdenas del Río Ver., C.P. 96360, alondrakatt@hotmail.com.

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.

## Abstract

This article presents the implementation of voice technology on mobile devices. The finality is supported with the natural approach of second language acquisition by Stephen Krashen where the second language learner has learning objects anywhere, anytime to practice their utterance and increase their educt. The Monitor hypothesis explains the relationship between acquisition and learning and defines the influence of the former immediately using a device mobile and voice recognizer.

## 18 Introducción

En la actualidad las computadoras personales han ido evolucionando, con hardware más potente, procesadores más veloces, los sistemas operativos usables que posibilitan la accesibilidad, esto conlleva a una nueva generación de aplicaciones donde los usuarios interactúen con móviles, tabletas que funcionen como asistentes inteligentes que les permitan realizar tareas inimaginables. La inclusión de comandos de voz en actividades que parecieran cotidianas, en el automóvil para realizar una llamada, en los dispositivos para realizar una búsqueda, por mencionar algunas aplicaciones que antes serían tareas difíciles de realizar por la cantidad de recursos consumidos, ahora son realidad.

La educación no puede quedarse atrás, es así que la UNESCO celebra la semana del aprendizaje mediante dispositivos móviles, en su segunda edición realizada en París en 2013, la finalidad fue examinar la contribución en el área educativa, la calidad e igualdad en la enseñanza. Alfabetización entre los jóvenes y adultos, ayudar a docentes y a su desarrollo profesional, lograr la paridad de género en la enseñanza. En México el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores (ITESM) se ha involucrado en investigaciones sobre aprendizaje del idioma inglés, que involucra el uso de computadoras y móviles, con la finalidad de mejorar las habilidades lingüísticas y gramaticales por medio de la interacción colaborativa.

Derivado de lo anterior y el auge de la movilidad, la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz incursiona en la investigación sobre el aprendizaje de un segundo idioma, el uso de dispositivos móviles y adherencia de la tecnología de voz, usando reconocedor de voz para monitorear la pronunciación en el estudiante, donde el proceso de enseñanza – aprendizaje se vea maximizado por medio de la competencia lingüística, dando lugar a m-learning, siendo más que una tendencia, se está convirtiendo en una herramienta para una sociedad hiperconectada .

### 18.1 Método

Al realizar una investigación de carácter cualitativo, se busca comprender la perspectiva de los alumnos sobre el aprendizaje móvil y retroalimentado de forma oportuna, en busca de autonomía por parte del estudiante. Para contextualizar el trabajo de investigación, en la universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz existe una población de aproximadamente 700 alumnos estudiando el idioma extranjero inglés, todos ellos distribuidos en distintos niveles académicos siendo el nivel 3 con la mayor concurrencia de estudiantes:, donde del nivel 9 es el máximo, según academia de idiomas esperando que los alumnos tengan las habilidades y destrezas del nivel B2 del marco común europeo, de tal forma que el alumno esté preparado para egresar como técnico superior universitario capaz de ingresar al ámbito laboral.

Para que el alumno cumpla con los objetivos de materia y adquiera la competencia lingüística sobre un segundo idioma surgen algunas interrogantes sobre el aprendizaje del mismo, tales como:

- 1.-¿Cuál es el vocabulario adecuado para que los alumnos mantengan una comunicación básica?
- 2.-¿Qué emociones experimentan los estudiantes al tratar de emular el idioma extranjero inglés?
- 3.-¿Cómo afrontan la actividad práctica?

Al interactuar con los docentes y alumnos, las respuestas resultaron de forma natural, donde los estudiantes se resisten al aprendizaje de un segundo idioma, debido a la pena o temor de equivocarse, a la burla de sus compañeros, su inseguridad e inclusive a la escasa preparación previa a la universidad, además de la falta de tiempo para el aprendizaje del idioma, el elevado número de estudiantes por docente ocasionando que éste último no realice las retroalimentaciones pertinentes, por lo que el estudiante no logra conocer sus aciertos y errores. Existen diversas actividades que permiten al profesor saber si el estudiante sabe leer, escribir o escuchar el idioma, sin embargo las actividades para evaluar la pronunciación son escasas, por lo que esto origina, ya que debe ser una evaluación personal, tomando mucho tiempo de la clase lo que no le permite realizarla con frecuencia, por ende el alumno no tiene muchas posibilidades de practicar la pronunciación del idioma.

Para atacar el punto de aprendizaje de un segundo idioma en la parte de pronunciación se propone el desarrollo de una aplicación con tecnología de voz en los dispositivos móviles, pretendiendo que los alumnos emulen el idioma extranjero inglés con la finalidad de profundizar en el vocabulario que necesitan para una comunicación básica.

Para conseguirlo, se tomaron en cuenta los distintos modelos de aprendizaje, como lo marca (Luna Argudín, Macías Baltazar, & Patiño Macías, 2007), sin embargo se realizó una mezcla de constructivismo, conductismo y el centrado en competencias para atacar esta situación. Para comprender como se aprende un segundo idioma se recurrió a la lectura de “El enfoque natural” de Krashen y Terrel, donde el estudiante debe estar abierto a entradas comprensibles para el aprendizaje efectivo, citado por (Romero Loaiza, 2004).

Se usan las teorías de adquisición de un segundo idioma que consiste en cinco hipótesis importantes (Stephen Krashen, 1982):

1.- Hipótesis de adquisición – aprendizaje; se usa la hipótesis de aprendizaje, dado que los alumnos están conscientes del objetivo que desean alcanzar, deben conocer reglas gramaticales y su aplicación de la lengua meta.

2.- Hipótesis de entrada comprensible; se deben seleccionar tópicos que interesen al aprendiente, proponiendo una temática atractiva, vocabulario de uso cotidiano que despierte su interés. Para conseguir este rubro se propone una serie de vocabulario categorizado según los niveles que maneja la academia de idiomas, con la finalidad que el aprendiente esté a la par con lo visto en clase, no un paso más arriba ni un paso más abajo, como lo maneja esta hipótesis.

3.- Hipótesis del orden natural está directamente relacionada con la adquisición más que al aprendizaje, ya que hace referencia al orden en que se aprenden las estructuras gramaticales de forma natural, sin necesidad de que haya reglas establecidas en la estructura.

4.- Hipótesis del filtro afectivo está directamente relacionado con una serie de variables afectivas, como la motivación y la autoconfianza. Se pretende que el alumno pueda entender lo que oye y lee pero no puede organizar el proceso de su adquisición. Esto sucede cuando está desmotivado o falta de confianza en sí mismo, debido a esto debe crear un ambiente de interés de lo que oye o aprende, sin preocuparse por el fracaso en la adquisición del idioma.

5.- Hipótesis del monitor- Esta explica la relación entre adquisición y aprendizaje, para Krashen la habilidad de producir frases en una lengua extranjera se debe a la competencia adquirida. El monitor entrara en acción si dos condiciones se encuentran presentes: el estudiante necesita querer corregirse o conoce reglas. Es usado para corregir desviaciones del habla y para dar un discurso más fluido.

Para sustentar el modelo se realiza una aplicación, por lo que se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

1.- Formato multimedia, la integración de audio, texto e imagen permite enriquecer las posibilidades de aprendizaje, donde el audio permite adquirir la destreza de la comprensión oral. Este es uno de los puntos que impacta directamente con la entrada comprensible.

2.- Interactividad, refiere a la interacción y retroalimentación. Interacción entre personas o entre las herramientas comunicación, interacción según el planteamiento de preguntas ejercicios o actividades (*Sobrino 1995 citado por (De Otto, 2008)*). También se refiere a que el alumno pueda configurar su propio itinerario de aprendizaje que le permita desarrollar autonomía. La retroalimentación se refiere a la respuesta que produce el material, indicando si la acción llevada a cabo fue correcta o pertinente.

Ofrece sugerencias y comentarios motivadores lo denominado hipótesis del monitor.

3.- Interfaz atractiva e intuitiva, que permita la usabilidad del sistema, mismo que debe ser recordable y con características idóneas para su utilización promoviendo el filtro afectivo y la motivación para su uso.

4.- Las actividades de aprendizaje son vitales para el proceso del mismo, deben estar en el nivel indicado para el aprendiente, además el acceso a información abundante, la disponibilidad de materiales auténticos que permitan el aprendizaje significativo, por lo que se emplea material de cada uno de los niveles de la asignatura de idioma extranjero, de tal forma que el alumno pueda practicar lo visto en clase en cualquier lugar en cualquier momento, coadyuvando a la entrada comprensible.

Al implementar el modelo se tomaron en cuenta cuatro puntos importantes:

1.- El modelo de aprendizaje usando constructivista, conductista y basado en competencia.

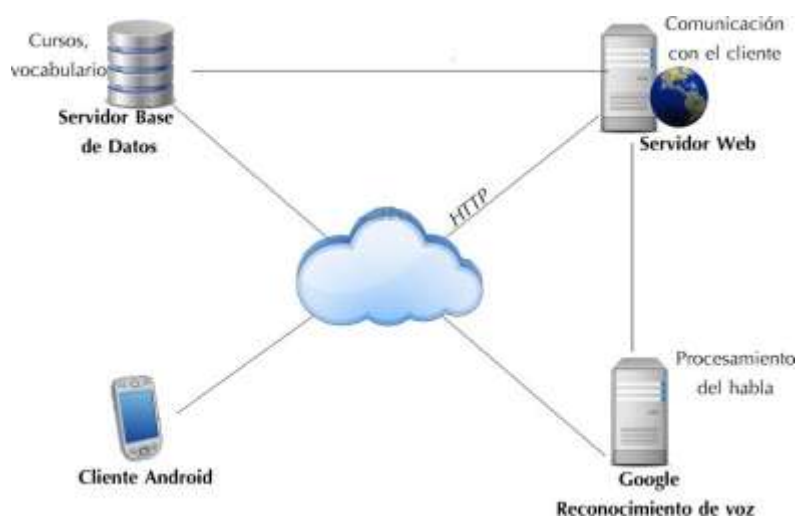
2.- El uso del enfoque natural de Stephen Krashen.

3.- Uso de tecnología móvil desarrollada para android.

4.-Inclusión de la tecnología de voz usando recognition speech google.

Para realizar el prototipo del modelo se trabajó con la siguiente arquitectura:

**Figura 18** Arquitectura de la aplicación



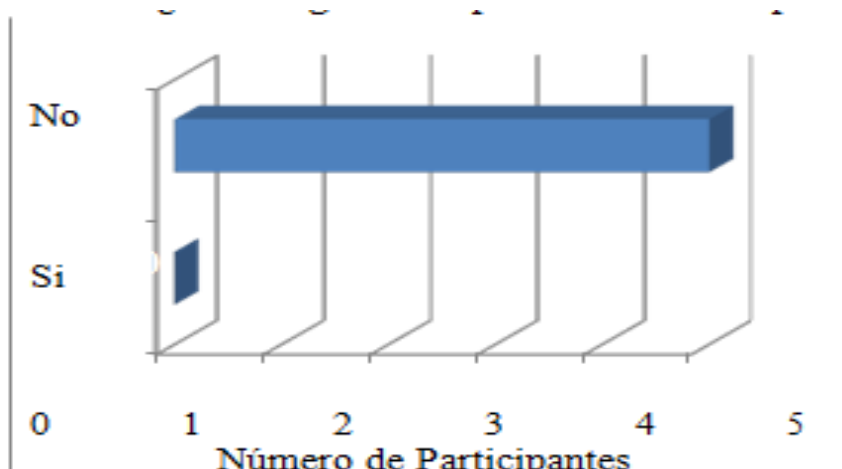
El dispositivo móvil provee de las características, en cualquier lugar en cualquier momento, que son aprovechadas para el ambiente de aprendizaje del idioma inglés. Si se conjugan estas características con los materiales, se tendrá una herramienta poderosa, misma que permitirá aprender el idioma al ritmo deseado en el lugar deseado aplicando las hipótesis de entrada comprensible y adquisición, se explota la hipótesis del monitor por medio de la vocalización audible, grabada para su reconocimiento, proporcionando retroalimentación inmediata y personalizada.

## 18.2 Resultados

Mediante el modelo y el prototipo implementado se evaluó la usabilidad con la interacción de voz y dispositivo móvil. En esta prueba existieron 5 participantes, de los cuales 1 de bachillerato, 3 universitarios, 1 postgraduado, buscando un muestreo diverso en estatus académico. Mediante este estudio se busca saber que tan intuitivo es el sistema, eficiencia, memorabilidad e inclusive la satisfacción. (Sánchez Huitron, 2005). Para el estudio se hizo mediante la técnica de verbalización individual, es el método más valioso que permite descubrir percepciones inesperadas del sistema. En éste se exhiben bondades y los problemas de diseño, como la confiabilidad y validez. Esto permitió conocer el 80% de las percepciones de acuerdo a diversos escenarios.

El estudiante aumenta el educto en el momento y lugar que desee, se sentirá como único alumno, según pruebas. Elegirá su ritmo de aprendizaje, reforzará su vocabulario, rompiendo el paradigma de aprendizaje estático, propiciando el fortalecimiento de confianza, mejora en la fluidez con el binomio práctica, corrección. El modelo de entrada comprensible, filtro afectivo y monitoreo es reflejado y mejorado llevándolo a todas partes en cualquier momento. A continuación se muestran unas graficas de representan los resultados del estudio, basado en un cuestionario posterior al mismo.

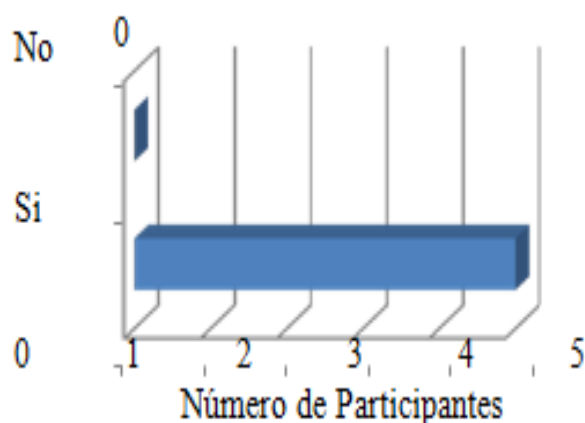
**Grafico 18** Indica el grado de complicación técnica para usar la aplicación



¿Hubo alguna complicación técnica para localizar las actividades?

Al realizar ciertas tareas dentro de la aplicación, los usuarios navegaron dentro del sistema sin problemas, denotando memorabilidad, lo que denoto la rapidez en el proceso de aprendizaje del uso de la aplicación llevando menos de 3 minutos en poder interactuar con ella.

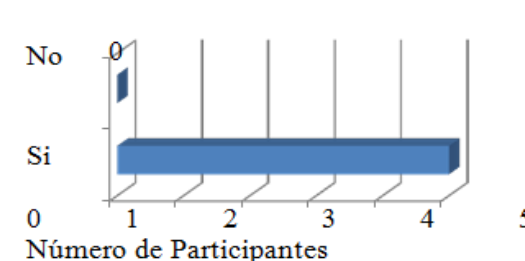
**Grafico 18.1** Uso de Tecnología de voz



¿Le gusto la idea de incorporar tecnología de voz para evaluar su pronunciación?

Al realizar la actividad de evaluación de pronunciación, para el 100% fue de su agrado. De acuerdo a comentarios recopilados, el hecho de saber si su pronunciación es de forma correcta o incorrecta ayuda a mejorar, además de que le permite realizar tantos intentos como alumno desee, propiciando la práctica, es que lo que se persigue, la autonomía del estudiante, aumento del educto y la práctica de pronunciación que en clase no se puede llevar a cabo.



**Figura 18.2** Uso de Móviles para un segundo idioma

¿Le es útil ver la retroalimentación al final?

Al cuestionar a los participantes sobre el uso de dispositivos móviles, el 100% usa al menos un tipo de estos, por lo que están familiarizados además comentan que al tener una herramienta para aprender un segundo idioma en su móvil, este funciona como un profesor que le permita practicar las 24 horas, ya que podrá ser evaluado y retroalimentado desde la comodidad de su ubicación.

Como trabajo a futuro, se pretende medir el impacto que tiene la utilización de la herramienta en los alumnos de la universidad, donde se pretende medir el grado de aprendizaje por parte de los mismos.

### 18.3 Conclusiones

Se puede afirmar que: gracias a su interfaz intuitiva favorece la motivación por parte del estudiante impactando positivamente en el filtro afectivo. Con las actividades desarrolladas permite practicar vocabulario de acuerdo a su nivel, permitiendo una entrada comprensible para que el alumno pueda saber los resultados de su proceso de aprendizaje, se realiza retroalimentación de forma oportuna, donde la pronunciación es evaluada en tiempo real permitiendo el uso de la hipótesis del monitor. De esta forma, el alumno puede practicar en cualquier lugar en cualquier momento con la finalidad de aumentar su educto.

Al aumentar el educto en el momento y lugar que desee, el estudiante se sentirá como único alumno, según pruebas. Elegirá su ritmo de aprendizaje, reforzará su vocabulario, rompiendo el paradigma de aprendizaje estático, propiciando el fortalecimiento de confianza, mejora en la fluidez con el binomio práctica, corrección. El modelo de entrada comprensible, filtro afectivo y monitoreo es reflejado y mejorado llevándolo a todas partes en cualquier momento es ahí donde radica la importancia de esta investigación.

### 18.4 Referencias

De Otto, E. C. "Características de los materiales web para la enseñanza y aprendizaje de lenguas extranjeras". Pixel-Bit.Revista de Medios y Educación, 2008

Krashen, S. "The case against bilingual education". Culver City, CA.1996

Luna Argudín, M., Macías Baltazar, R. J., y Patiño Macías, J. D. "Procesos docentes I, II, III." Posgrado en

Historiografía/ UAM-A/, 2007. Edición limitada en C). México.

Sánchez Huitron, A. "Usabilidad" Material del Curso Interacción Humano Computadora .2005

Romero Loaiza, F." La lectura y su relación con la escritura". Revista Electrónica de Educación y Psicología (Repes) (2), 2 - 24.2004

## **Incremento en la solubilidad y producción de biogás al pretratar térmicamente el sustrato**

Miriam Medina, Oscar Vargas Vicente Cisneros, Claudia Bustamante y Roberto Vázquez

M. Medina, O. Vargas, V. Cisneros, C. Bustamante y R. Vázquez  
Universidad Tecnológica de Salamanca, Av. Universidad Tecnológica No. 200, Col. Ciudad Bajío, C.P. 36764,  
Apartado Postal 204, Salamanca, Guanajuato, México  
mmedina@utsalamanca.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

Biogas is considered a clean and renewable fuel, so the purpose of this study is to improve the treatment of organic matter through anaerobic digestion to obtain a stable waste and to increase the production of biogas. The research reported in this paper determines the effect thermal pretreatment on substrate of anaerobic digestion at four different temperatures (40, 60, 80, 100 °C). The variable analyzed for the pretreatment was solubility's ratio sCOD/tCOD and in the process of anaerobic digestion net production (ml CH<sub>4</sub>) and yield of biogas (ml CH<sub>4</sub> /g tCOD). The results indicated that the optimal process is one which carries a pretreatment at 80°C with a net production and yield of 481 ml CH<sub>4</sub> and 0.346 ml CH<sub>4</sub>/g tCOD, respectively. However, considering the energy cost was concluded that the pretreatment temperature should be at 60°C, because the difference in the variables is not as significant, 412 ml CH<sub>4</sub> and 0.328 ml CH<sub>4</sub>/g tCOD.

## 19 Introducción

Hoy en día la dependencia de los combustibles fósiles es una problemática de interés mundial ya que provocan un fuerte impacto ambiental además de diversos trastornos económicos. El reto está en buscar y mejorar las fuentes alternativas de energía que vayan sustituyendo paulatinamente a esos combustibles. La digestión anaerobia es un proceso atractivo de ser aprovechado como una oportunidad de solución a dicha problemática, ya que permite tanto obtener una fuente de energía alternativa, biogás, como dar tratamiento a diversos residuos orgánicos que representan un foco de infección en el medio ambiente por su inadecuado manejo (Giraldo E., 1998). La digestión anaerobia es un proceso por el que un grupo de microorganismos (que mantienen una relación de orden trófico) en ausencia de oxígeno son capaces de degradar la materia orgánica por medio de una serie de reacciones complejas que dan lugar a que una parte de la materia se oxide a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otra se reduzca a metano (CH<sub>4</sub>), produciendo una mezcla de gases, que contiene 50 – 75 % de CH<sub>4</sub> y 50 – 25 % de CO<sub>2</sub>, y algunas trazas de otros gases como nitrógeno (N<sub>2</sub>), hidrógeno (H<sub>2</sub>), entre otros, llamada biogás, que puede aprovecharse como combustible por su alto contenido de CH<sub>4</sub> (Kelleher y col., 2000; Schievano A. y col., 2008). El proceso se compone de dos fases consecutivas, licuefacción y metanogénesis. La fase de licuefacción, se divide a su vez en dos etapas, en la primera los microorganismos toman la materia orgánica y la hidrolizan (por la acción de enzimas extracelulares) pasando de moléculas de elevado peso molecular como carbohidratos, proteínas y lípidos, a componentes más pequeños como azúcares y aminoácidos. Estos productos solubles de la hidrólisis son absorbidos por los microorganismos para degradarlos a moléculas de cadena corta como ácido láctico, alcoholes, ácidos grasos volátiles (AGV), CO<sub>2</sub> e hidrógeno (H<sub>2</sub>). Los AGV son degradados a ácido acético en la segunda etapa conocida como acidogénesis. Aquí, da inicio la metanogénesis con un segundo grupo de microorganismos conocidos como metanogénicos, que son los encargados de producir el biogás, y es hasta esta fase donde realmente se elimina la materia orgánica, ya que en la primera únicamente hay conversión de moléculas de alto a pequeño peso molecular (Masse y col., 2003). Estudios realizados por Eastman y Ferguson (1981) revelaron que la etapa limitante del proceso de digestión anaerobia anteriormente mencionado es la hidrólisis de las moléculas de gran peso molecular a productos solubles como ácido láctico y AGV. La desintegración mecánica y los pretratamientos al sustrato tienen la finalidad de mejorarla, así como de solubilizar la materia ya que los microorganismos solo pueden degradar materia orgánica en fase soluble, entre los pretratamientos, están los del tipo químico mediante la adición de una base o ácido, tratamientos térmicos e hidrólisis biológica mediante la adición de enzimas (Miah M.S. et al., 2005).

Por todo lo anterior, surge la inquietud de investigar el efecto de dar un tratamiento térmico a la materia orgánica previo al proceso de digestión anaerobia con el fin de solubilizar la materia orgánica, y así mejorar el proceso de hidrólisis, etapa limitante del proceso biológico, aprovechando el biogás producido dentro del mismo proceso y así obtener una mayor productividad de biogás y un ahorro energético importante.

### 19.1 Método

El sustrato que se utilizó fue una mezcla de estiércol con cascara de frutas y verduras en una relación masa de 2:1. Se trituro, homogenizo y diluyo hasta alcanzar una concentración de 50 g de sólidos totales (ST) por kg de muestra. Posteriormente se le dio pretratamiento térmico a cuatro diferentes temperaturas, ver la tabla 19, por una hora y se dejo una muestra control sin pretatar. Las muestras fueron caracterizadas antes y después del pretratamiento, conforme a lo establecido por Standard Methods (APHA, 1995): Demanda Química de Oxígeno Total y Soluble (DQOt y DQOs), Sólidos Totales y Volátiles (ST y SV), potencial hidrógeno (pH). Inmediatamente después del pretratamiento el residuo se paso a botellas serológicas (70 ml) con un volumen útil de 60 ml, se sellaron y se mantuvieron a 35°C con agitación a 90 rpm.

**Tabla 19** Condiciones de pretratamiento a cada muestra

Muestra	Temperatura de pretratamiento (°C)
Control	Sin pretratamiento
A	40
B	60
C	80
D	100

Se monitoreo diariamente la producción de metano mediante un sistema de desplazamiento volumétrico de una columna de NaOH 1M. La sosa se remplazó cuando el pH estuvo por debajo de 12, ya que a valores de pH menores la solución se encuentra saturada con carbonato de sodio, y ya no absorbe más CO<sub>2</sub>. Cada tercer día se determinó DQOt, DQOs, pH, AGV, SV y ST hasta que la producción de biogás cesó.

### 19.2 Resultados y discusión

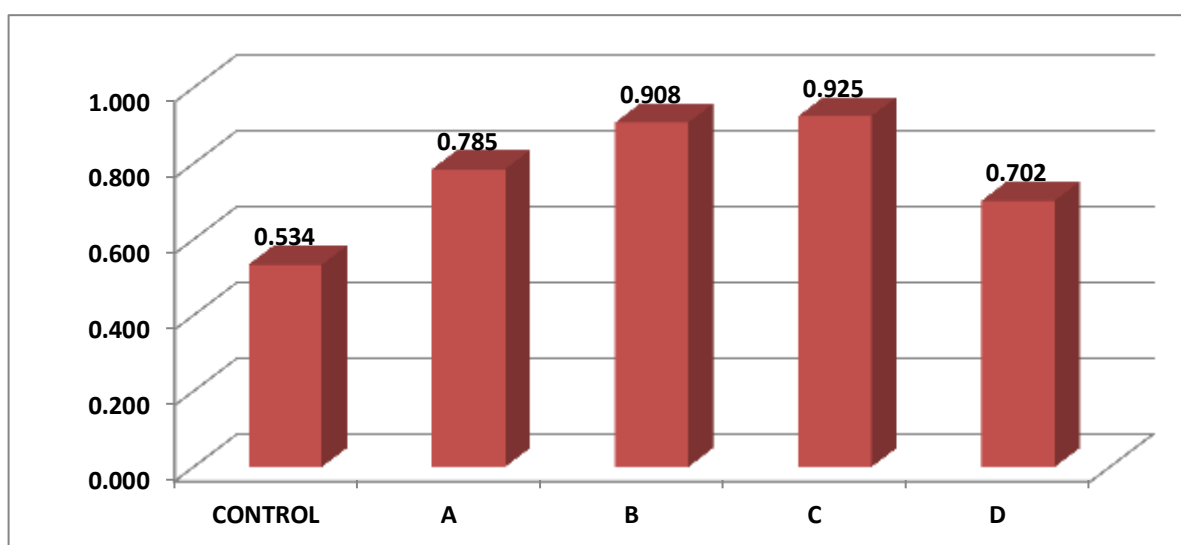
En la tabla 19.1 podemos ver los resultados obtenidos de la caracterización del sustrato antes de los pretratamientos, como se ve el sustrato presentó 83.65% de SV con respecto a los ST indicando que la mayor parte es materia orgánica. Sin embargo, la relación DQOs/DQOt tan solo representa 0.534, indicando que no toda la materia orgánica se encuentra biodisponible.

**Tabla 19.1** Caracterización del sustrato

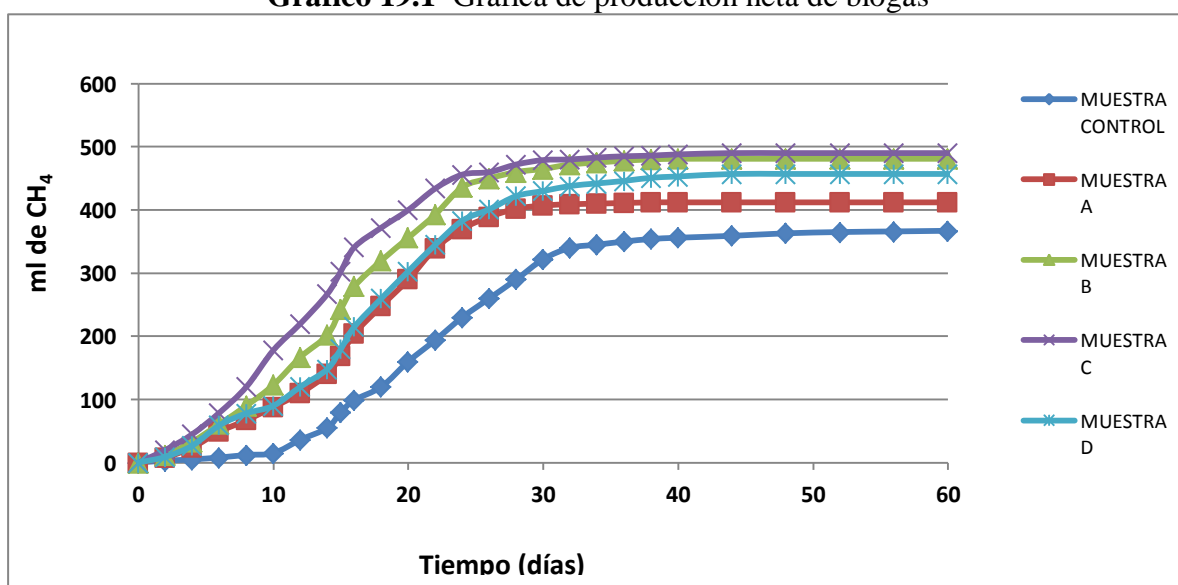
Parámetro	Sustrato
ST, g/kg	174.60 ± 3.65
SV, g/kg	146.05 ± 2.39
SST, g/kg	134.21 ± 3.28
SSV, g/kg	123.92 ± 3.83
DQOt, g/L	232.32 ± 3.73
DQOs, g/L	123.98 ± 3.38
AGV, g/L	15.33 ± 1.23
pH	6.79 ± 0.27

Después de aplicar el pretratamiento térmico se obtuvieron los resultados de solubilidad que se muestran en la figura 19. Como se puede observar en todas las muestras el pretratamiento aumento la solubilidad de la materia orgánica, siendo la muestra C la que obtuvo una mayor relación de solubilidad DQOs/DQOt alcanzando un 0.925, seguida por la muestra B con 0.908, la muestra A y D no tienen un aumento tan representativo como es el caso de las anteriormente mencionadas, lo anterior puede inferirse debido a que durante el pretratamiento haya existido una interacción microbiológica que provoque el aumento de la materia soluble y al mismo tiempo una disminución en la materia orgánica debido a que los microorganismos son estimulados a tener una mayor actividad metabólica a temperatura de 40 °C degradando la materia orgánica antes del proceso biológico.

**Gráfico 19** Gráfica de comportamiento de la relación DQOs/DQOt con el pretratamiento a diferentes temperaturas



**Gráfico 19.1** Gráfica de producción neta de biogás



**Tabla 19.2** Rendimiento de biogás con respecto a la materia orgánica removida

Muestra	Rendimiento (ml CH <sub>4</sub> /g DQOt removido)
Control	0.271
A	0.315
B	0.328
C	0.346
D	0.316

Como se puede observar en la figura 19.2, el pretratamiento térmico tuvo un efecto evidente en la producción neta de biogás, aumentando hasta un 12.3, 31, 33.5 y 24.5% de metano para las muestras A, B, C, y D, respectivamente, comparándolo con la muestra sin pretratamiento. Con lo anterior, se concluye que el pretratar el sustrato tiene un efecto positivo e incrementa la producción de metano. Los resultados anteriores son corroborados al determinar el rendimiento de metano producido por g de DQOt removido (ver tabla 3) como se muestra el rendimiento más alto fue para la muestra C alcanzando los 0.346 ml de CH<sub>4</sub>/g de DQOt y seguido por la muestra B con 0.328 ml de CH<sub>4</sub>/g de DQOt removido.

### 19.3 Conclusiones

Con estos resultados se llegó a la conclusión que el pretratamiento térmico al sustrato de la digestión anaerobia mejora el proceso e incrementa notablemente la producción de biogás. La temperatura óptima para el pretratamiento es de 60°C, a pesar de no ser la temperatura a la que se produce más biogás y de no tener el rendimiento más alto, la diferencia en los parámetros como la producción de biogás y relación de solubilidad de la materia orgánica disponible con respecto a la muestra de 80°C no es tan significativa comparado con el gasto energético que se requiere para alcanzar y mantener constante la temperatura durante una hora.

Con el aprovechamiento del mismo biogás producido durante la digestión anaerobia es posible mejorar la generación del mismo y por lo tanto contribuir a la disminución de problemas ambientales como la disminución del efecto invernadero al aprovechar el metano que se encuentra disponible en el biogás producido, el cual es uno de los principales gases de efecto invernadero, de ahí la importancia de trabajar en el mejoramiento del proceso y el aprovechamiento de los residuos para la generación de energía renovable.

### 19.4 Referencias

APHA (1995). "Standard methods for the examination of water and wastewater". Washington, DC. 19va edición.

Chen Y., Cheng J.J., Creamer K.S. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresour. Technol.*; 99, 4044 – 4064.

Eastman J.A., Ferguson J.F. (1981). Solubilization and particulate organic carbon during the acid phase of anaerobic digestion. *Water Pollut.*; 53, 352 – 366.

Giraldo E. (1998). Modelación matemática del proceso de la digestión anaerobia para el tratamiento de aguas residuales industriales. Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental. Universidad de los Andes. Bogotá Colombia.

Kelleher B.P., Leahy J.J., Henihan A. M., O'Dwyer T.F., Sutton D., Leahy M.J. (2000). Advances in poultry litter disposal technology – a review. *Bioresour. Technol.*; 83, 27-36.

Masse L., Massé D.I., Kennedy K.J. (2003). Effect of hydrolysis pretreatment on fat de degradation during anaerobic digestion of slaughterhouse wastewater. *Process Biochem.*; 38, 1365 – 1372.

Miah M.S., Tada C., Yingnan Y., Shigeki A. (2005). Aerobic thermophilic bacteria enhance biogas production. *Waste Manag.*; 7, 48 – 54.

Schievano A., Pognani M., D'Imporzano G., Adani F. (2008). Predicting anaerobic biogasification potential of ingestates and digestates of a full – scale biogas plant using chemical and biological parameters. *Bioresour. Technol.*; 30, 1-5.



## **Infraestructura clave para el establecimiento de un sistema de comunicación VoIP**

E. Huerta, J. Barron, J. Quintanilla, J. Aguirre y R. Mata

E. Huerta, J. Barron, J. Quintanilla, J. Aguirre y R. Mata  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato. Carretera Valle-Huanimaro Km. 1.2 Valle de Santiago, Gto.  
CP. 38400 México, Universidad de Guanajuato, Av. Universidad s/n, Col. Yacatitas, Yuriria, Gto, 38940, México  
ehuerta@utsoe.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

En este artículo se presenta la infraestructura utilizada para el establecimiento de un sistema de comunicación mediante VoIP y se recurre al estándar IEEE 802.11n/g/b. Además, se describen los posibles protocolos aplicables al proyecto de los cuales, el protocolo SIP (session initiation protocol) se elige debido a que permite establecer la comunicación entre un servidor Call Manager Express (CME) y un servidor Asterisk. De los codecs analizados, se elige al códec G7.11 con el cual de acuerdo a los requerimientos de calidad de voz resulta el más conveniente.

## 20 Introducción

Existe una nueva era de las comunicaciones que ha sido descrita por el término VoIP (Voice Over Internet Protocol). Es decir, gobernada por la tecnología de Voz sobre el Protocolo de Internet iniciándose internamente en las redes de computadoras, admitiendo la realización de llamadas telefónicas de alta calidad entre aparatos telefónicos, acudiendo a las redes públicas y privadas.

Actualmente las redes de voz sobre IP se han tornado una de las tecnologías más populares por las empresas debido a la cantidad de beneficios que se adquieren de ella, entre los cuales se pueden mencionar la disminución de costos por llamada como uno de los mayores atractivos de esta tecnología permitiendo la unificación de voz, datos y video, en una sola red y bajo el mismo protocolo.

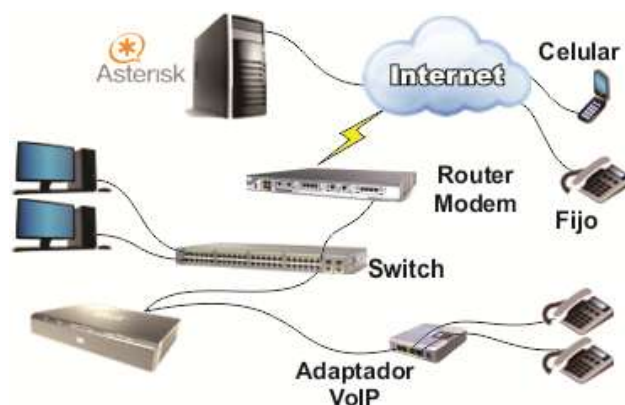
Las organizaciones se han inclinado por invertir en esta área debido a la popularidad, y a los beneficios actuales y futuros que perciben en unos cuantos años. Esto implica la selección adecuada de tecnologías, en las cuales se considera tanto el hardware y el software requeridos, su instalación y configuración; así como, la comunicación de grupos, pasarelas hacia la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) de un sistema basado en VoIP que satisfaga las necesidades esenciales de servicios de telefonía de una organización [1,2,3].

En la infraestructura se manejan al mismo tiempo dos tecnologías muy diferentes, por un lado Cisco System (Call Manager Express) y por otro el software libre (Asterisk) respectivamente. Cisco es conocida como una empresa líder en redes para la Internet con muchos de sus estándares o protocolos privativo es decir que solamente funcionarían con las misma tecnología de Cisco mientras que el software libre implica una solución bajo GPL (Generic Public License) siendo más económica y se puede utilizar el servicio con diversos protocolos que proponen formas distintas de establecer y controlar comunicaciones de voz sobre redes IP, tales como: SIP, IAX (Inter Asterisk eXchange), H.323, MGCP (Media Gateway Control Protocol) por nombrar algunos. Lo cual permite más posibilidades de establecer una comunicación entre distintas tecnologías [4].

Las formas de comunicación de Voz sobre IP, se establecen de acuerdo a los dispositivos utilizados por los participantes en la conversación. Y que se pueden dar de:

- Softphone a Softphone
- Softphone a Teléfono(Fijo o Celular).
- Teléfono(Fijo o celular) a Teléfono(Fijo o celular).

**Figura 20** Interconexión de dispositivos del sistema de comunicación VoIP



La figura 20 presenta la forma de conexión mediante la cual los equipos y servicios van a trabajar de manera conjunta. Se muestra un servidor en el que se ha montado el software Asterisk utilizado para la conmutación de llamadas. Se ilustra un equipo de marca Linksys que funciona como adaptador de teléfono analógico y que también hace las veces de ruteador. Los aparatos telefónicos a utilizar dependen del tipo de servicio de VoIP estos pueden ser: Softphone (aplicación en la computadora), teléfono especial para VoIP o un teléfono tradicional con o sin adaptador.[4]

Se considera la contratación de un proveedor de servicio de VoIP que asigna un número de teléfono regular que permite recibir llamadas de teléfonos regulares que no necesitan ningún equipo especial.

### 20.1 Justificación

La telefonía por medio IP permite realizar las mismas funciones o características de la telefonía tradicional. Sin embargo, aparte posee una serie de nuevas funciones, entre las que se destacan [1, 2, 3,5,7]

- Transferencia de llamadas.
- Monitoreo de llamadas.
- Reporte del servicio (historial de llamadas).
- Grabación de llamadas.
- Videoconferencia.
- Música en espera.
- Control de volumen.
- Llamadas de emergencia.
- Llamadas en espera.

- Contestar llamadas de manera automática.
- Interfaz web para chequear mail.
- Simulador de llamadas.
- Reducción de costos en instalación y mantenimiento.
- Llamada conferencia.

Ventajas:

**Máxima movilidad:** Facilita la movilidad, pues se puede disponer de su extensión telefónica en cualquier parte del mundo, siempre que tenga una conexión a Internet.

**Calidad de Servicio (QoS):** Consiste en poder asignar prioridades a los paquetes que son transmitidos por la red IP. Por ejemplo, establecer una prioridad más alta a los paquetes de voz que son sensibles al tiempo durante su transmisión [6,7].

**Integración:** Ofrece la integración de los servicios de telecomunicaciones como voz, datos, vídeo e Internet sobre una misma red, de una forma eficiente, rápida y efectiva. [6,7]

## 20.2 Metodología

Aplicando la metodología Lifecycle Services de Cisco se puede lograr conjuntar un plan de negocios, una evaluación de la red y la documentación sobre la implementación del sistema [8]. Permitiendo hacer llamadas de extensión a extensión asignadas por los servidores VoIP, hacia los teléfonos convencionales con una tarifa más económica comparada con la que se maneja actualmente en la telefonía tradicional.

Infraestructura:

1. Servidor Call Manager Express 7.
2. Switch Cisco Catalyst 2960.
3. Cisco ATA 186 (Analog Telephone Adaptador).
4. Telefonos IP Cisco 7940 y 7906.
5. Servidor Asterisk.
6. Softphone 3CX, IP Communicator y Linphone.
7. AP router D-LINK para acceder a la Internet.
8. Servicio inalámbrico con los estándar IEEE 802.11n/g/b [6].

Características de los equipos:

Router Cisco 2821 Call Manager Express (CME):

- Ofrece procesamiento de llamadas en teléfonos IP de Cisco para entornos de sucursales o pequeñas oficinas.
- Permite a la amplia gama de routers de servicios integrados de Cisco ofrecer funciones de telefonía IP comúnmente utilizadas por los usuarios de negocios a fin de satisfacer los requisitos de comunicaciones de voz y video de las oficinas medianas o pequeñas.
- Posibilita el despliegue de un sistema de comunicaciones económico y muy confiable por medio de un solo router de servicios integrados [8, 9] .

Switch Cisco Catalyst 2960:

- Soporta voz, datos, vídeo y acceso seguro.
- Ofrece una gestión escalable conforme cambian las necesidades de la empresa [8,9,10].

ATA 186 (Adaptador para Teléfono analógico):

- Permite conectar teléfonos del sistema de teléfono antiguo POTS (plain old telephone system) al Internet.
- Es un conector de teléfono para VoIP [11].

Router D-LINK DIR-615 Wireless:

- Provee un excelente performance en velocidad de transferencia inalámbrica de hasta 300Mbps y una cobertura de señal 5 veces superior al estándar anterior 802.11g.
- Permite compartir la conexión de Internet dentro de su red de manera inalámbrica y cableada, así como vídeo, música, fotos y documentos.
- Utiliza la tecnología de antenas inteligentes al transmitir múltiples corrientes de datos que le permiten recibir y emitir señales inalámbricas hasta en los rincones más alejados [11].

Softphone 3CX:

Es un programa de aplicación telefónica que permite:

- Realizar conversaciones de voz.
- Tener una extensión y conectarse para tener comunicación gratuita.
- Realizar llamadas económicas al sistema tradicional de telefonía [11].

IEEE 802.11:

Es un estándar que especifica el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), describiendo sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana [12].

### Protocolos de VoIP

Se conocen muchos protocolos que presentan diferentes formas de establecer y controlar comunicaciones de voz sobre redes IP. Sin embargo, es necesario saber cuáles son sus funciones y el alcance de cada uno de ellos. Por lo tanto, la función principal de este tipo de protocolos es el intercambio de información al cual se le suele llamar señalización de llamada (call signalling).

A continuación se proporcionan los protocolos que pueden ser usados en una red de VoIP:

H.323 es utilizado comúnmente para Voz sobre IP y para videoconferencia basada en IP.

MGCP implementa la Interfaz de control de gateway de medios de comunicación como un conjunto de transacciones. Las transacciones están compuestas por un orden y una respuesta obligatoria.

SCCP (Skinny Client Control Protocol) protocolo propietario de control de terminal. Se define como un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el Call Manager [10].

SIP (Protocolo de inicio de sesión), diseñado de acuerdo al modelo de Internet y cuyo propósito es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP.

Está basado en mensajes de petición y respuesta. Este protocolo usa un puerto (5060) para señalización y 2 puertos RTP por cada conexión de audio (como mínimo 3 puertos). Si se tuvieran 100 llamadas simultáneas con SIP se usarían 200 puertos (RTP) más el puerto 5060 de señalización [11,12,13,14,15].

IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol), protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk se utiliza para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo [11].

Codec:Las redes IP suelen tener variaciones de retardo altos respecto a las redes de telefonía tradicionales ya que no fueron diseñadas para el transporte de voz.

Una red de voz sobre IP es básicamente una red de datagramas, en la cual los paquetes de voz podrían llegar desordenados.

De acuerdo a las características de la red IP, es necesario empaquetar la información de voz sobre algún protocolo que minimice o controle estos efectos.

Dado que se trata de una comunicación de voz sobre una red IP la voz se transmite codificada en paquetes. Y para tal efecto es necesario utilizar codificadores, en la tabla 1 se mencionan algunos [16].

**Tabla 20** Códecs estandarizados para VoIP

Estándar	Aplicación	Se utiliza
G.711	Diseñado para audio compuesto, utilizado principalmente en telefonía. Opera a 64Kb/s.	Si
G.723.1	Codec de voz de doble velocidad para la transmisión en comunicaciones multimedios a 5,3 y 6,3 kbit/s	Sas de No
G.726	Codec que permite la transmisión de voz a tasas de 16, 24 y 32 kb/s	No
G.728	Inversamente adaptivo utiliza muestras previas de voz para adaptar los coeficientes del filtro.	No
G.729	Utilizado principalmente en aplicaciones de VoIP por sus requerimientos de bajo ancho de banda. Opera a 8 Kb/s.	Si

Asterisk: Es una aplicación para controlar y gestionar comunicaciones de cualquier tipo, ya sean analógicas, digitales o VoIP mediante todos los protocolos VoIP que implementa.

Es un entorno de trabajo de código abierto, creado para diseñar aplicaciones de comunicación. Además potencia los sistemas IP PBX, las pasarelas VoIP, servidores de conferencias, y mucho más [11,17,18].

Troncales o Pasarelas: Es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

Proveedor de servicio VoIP: Es una organización que ofrece servicio de VoIP. Esta dedicada a conectar por teléfono a los usuarios de VoIP con usuarios de teléfono convencional y móvil.

Si se quiere llamar desde el softphone o a través de una conexión de Internet a un teléfono fijo o móvil tradicional, se necesita de alguien que administre ese tráfico de voz y lo envíe por las líneas convencionales de toda la vida. Ahí entra en juego el trabajo del proveedor de VoIP [11,19].

Este tipo de llamadas ya no suele ser gratuito, hay que crear una cuenta en un proveedor y comprarle unos bonos que servirán para llamar a teléfonos fijos y móviles [11,19].

### Implementación:

- Diseño de la Subred.
- Implementación del servidor Elastix.
- Instalación de elastix [11,20].
- Configuración de red.
- Configuración de Equipos.
- Evaluación de proveedores.

### Operación

Cuando la infraestructura este completa de acuerdo a la descripción que se presenta, el sistema podrá instalarse y ponerse en operación para establecer la comunicación de VoIP. El contratar un proveedor de servicios de Voz sobre IP constituye parte de la infraestructura.

A continuación se describen los pasos en el proceso de comunicación:

1. Los dos participantes en la conversación se conectan al servidor VoIP con sus teléfonos.
2. El equipo del emisor pregunta por el equipo del receptor con un protocolo determinado (SIP, H.323, IAX/2).
3. El servidor VoIP devuelve datos de contacto al emisor (por ejemplo un número IP).
4. Los teléfonos establecen conexión y acuerdan un código (G.711, G.729, GSM).
5. Datos de voz se comprimen y se envían por el protocolo RTP.
6. Receptor recibe los paquetes RTP, decodifica los datos de voz.
7. Escucha de voz.

### 20.3 Resultados

1. Comparación de protocolos de señalización para voz sobre IP [11,14,15,16]



**Tabla 20.1** Comparación de protocolos

SIP	H.323
Protocolo que actualmente se utiliza para el control de sesiones multimedia en Internet.	Protocolo que actualmente se utiliza para el control de sesiones multimedia en Internet.
Protocolo desarrollado específicamente para Internet y promete una alta escalabilidad y flexibilidad.	Su fortaleza reside en su interoperabilidad con las Redes Telefónicas Conmutadas por Paquetes (PSTN) y la disponibilidad de tener aparatos de videoconferencia más baratos y de excelente calidad desde el escritorio hasta un salón para grupos.
Creciendo más conforme aparezcan unidades multipunto, compuertas (gateways) y servidores SIP que ya no estén en fase de pruebas sino de completo servicio.	Se perfila como la tecnología predominante de videoconferencia durante los siguientes 2 o 3 años, con SIP creciendo más conforme aparezcan unidades multipunto, compuertas (gateways) y servidores SIP que ya no estén en fase de pruebas sino de completo servicio.
Es un protocolo joven que se ha convertido en la alternativa de H.323	La continuidad del liderazgo de H.323 está siendo cada vez más cuestionada, principalmente por aspectos de complejidad.
Es el protocolo estándar de la telefonía IP y está ampliamente extendido entre los principales fabricantes de telefonía IP.	El amplio conjunto de protocolos que incorpora H.323 repercute negativamente en los tiempos de respuesta, así como en el tamaño del código que tienen que incorporar los equipos H.323, lo que lleva a que a veces los fabricantes incorporen sólo aquellas partes que necesitan, con los consiguientes problemas de interconexión.

Comparación de Codecs de voz sobre IP[11].

**Tabla 20.2** Comparación de Codecs

G.711	G.729
Estándar para la codificación de audio. Usado principalmente en telefonía, y fue liberado para su uso en el año 1972.	Algoritmo de Compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en trozos de 10 milisegundos. Y utilizar así G.711 o métodos de señalización fuera de banda para transportar esas señales.
La música o los tonos tales como los tonos de DTMF o de fax si pueden ser transportados confiablemente.	La música o los tonos tales como los tonos de DTMF o de fax no pueden ser transportados confiablemente.
Estándar de codificación digital para representar una señal de audio en frecuencias de la voz humana, mediante palabras de 8 bits de resolución, con una tasa de 8000 muestras por segundo.	Es usado mayoritariamente en aplicaciones de Voz sobre IP (VoIP) por sus bajos requerimientos en ancho de banda.
Opera a una tasa de datos de 64 Kbit/s.	Opera a una tasa de datos de 8 kbit/s
Es el codec recomendado para redes LAN pero hay que pensarlo dos veces antes de utilizarlo en enlaces remotos debido al alto consumo de ancho de banda.	Ha sido extendido para suministrar soporte para conversación de banda ancha y codificación de audio
Una de sus características es la calidad de voz debido a que casi no la comprime	Algoritmo que comprime y descomprime los streams de audio digital. Aplicado a la VoIP, optimiza considerablemente el ancho de banda con respecto la voz no comprimida. Esta compresión permite enrutar mayor número de llamadas por un mismo ancho de banda y permite a la voz viajar por conexiones con un ancho de banda limitado o reducido. Sin embargo, su calidad de voz se ve degradada.

En un entorno Ethernet típico y utilizando SIP o IAX como protocolos de señalización, una llamada con este codec consumirá en torno a los 87,2 Kbps,	En un entorno Ethernet típico y utilizando SIP o IAX como protocolos de señalización, una llamada con este códec consumirá alrededor de los 31,2 Kbps.
Se pueden mantener 18 llamadas concurrentes simultáneamente sobre un enlace T1/E1 de 1,5 Mbps.	Se pueden mantener 140 llamadas concurrentes simultáneamente sobre un enlace T1/E1 de 1,5 Mbps.

Evaluación de proveedores de servicios de VoIP [11].

**Tabla 20.3** Comparación costos de proveedores

Proveedor	Pago /Serv. Tel.	%
Vozia	2200	17%
Netfonic	2450	19%
Alestra	2604.16	21%
Telmex	5539.62	43%
Precio del Dólar en México		
Venta	12.8793	
Compra	12.8738	

## 20.4 Conclusiones

Se concluye que la metodología LifeCycleServices de Cisco es una buena opción, pues permitió realizar la planeación del sistema a establecer, sobre todo la elección de la infraestructura presentada. También se hace referencia al estándar IEEE 802.11n/b/g el cual maneja la capa física y la de enlace de datos que permiten trabajar de acuerdo a sus normas de funcionamiento en LAN y MAN. La comparación de protocolos de servicios de VoIP nos da la opción de elegir el más conveniente. Así como, la comparación de Codecs que indica cual es el más eficiente de acuerdo a los requerimientos, que por un lado el g711 es preferido por mejorar la calidad pero se descarta por su incremento en el ancho de banda. Y con respecto al g729 su calidad se ve degradada pero por otro lado su ancho de banda es menor debido a que tiene la característica de comprimir. Y finalmente, se elige el protocolo SIP dado que está ampliamente extendido entre los fabricantes. Y con respecto los Codecs, se elige el G.711 por su característica de calidad en la voz. También se presenta una investigación de la evaluación de proveedores de la cual concluimos que el más conveniente es VOZIA debido a que presenta los mejores costos. Pues el propósito del proyecto es tener la mayor flexibilidad del sistema y administrar mejor el servicio para optimizar los recursos y tener una mejor calidad en la comunicación de la voz.

## 20.5 Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa de Mejoramiento al Profesorado por el apoyo a la Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo, referente al Oficio No. PROMEP/103.5/11/1451. Los autores también agradecen a la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE) por el apoyo brindado.

## 20.6 Referencias

Master en ingeniería de computadores y transmisión de datos multimedia Hidalgo Pastor Francisco Javier. Implementación de Telefonía IP en una Organización (Integración Cisco-Asterisk), Marzo 2007, Valencia, España.

Asencio-Ruiz C., López A.; Propuesta de Mejora, Diseño e Implantación de una Red de Telefonía IP, Mayo 2008, Barcelona, España.

Hernández-Gómez E. A., Soto-Rivas J. A., González-Romero S. A. Implementación de un prototipo de telefonía IP a nivel de software Universidad Tecnológica de El Salvador UTEC. San Salvador, El Salvador, Centroamérica, Marzo 2012.

<http://www.asterisk.org/> [Febrero, 2013]

Pazmiño S., Orihuela L, Hernández Díaz E. Curso de Telefonía por Internet ISBN-968-6064-35-4 México 2005.

Rodríguez- Martínez R, Izquierdo-Blanco V. M., Quiroz- Morones E. Metodología para el diseño de una red “VoIP” de alto tráfico y “QoS”, Noviembre 2006, Tijuana B.C., México.

Oliveira-Guerra S., Propuesta de Arquitectura MPLS/DIFFSERV para Proveer Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS) en el Transporte de la Telefonía IP ETSIT Universidad Politécnica de Madrid, España 2004.

[http://www.cisco.com/web/LA/productos /servicios/lifecycle/services.html](http://www.cisco.com/web/LA/productos/servicios/lifecycle/services.html) [Febrero, 2013]

<http://www.cisco.com/web/MX/index.html> [Febrero, 2013]

<http://www.cisco.com/web/ES/index.html> [Marzo, 2013]

Zavala-Cervantes J.G, Maciel-Pérez C. Huerta-Mascotte E y Cano-Contreras M. Servicios de VoIP Tesis de Grado Universidad tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE) Abril 2013, México.

[#802.11n](http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)[Febrero, 2013]

## **Integración de soluciones de videoconferencia y telepresencia en arquitecturas de redes de campus**

Alejandro Caballero, Martha Luna y Jonathan Aguilar

A. Caballero, M. Luna y J. Aguilar  
Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos,  
Avenida Universidad Tecnológica No. 1, Col. Palo Escrito, C.P. 62760, Emiliano Zapata, Morelos.  
alejandrocaballero@utez.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

The trend to integrate various services in the communications infrastructure of organizations, regardless of the genre of it, has resulted in the concept of converging networks, in other words the simple transmission of data is no longer sufficient for the needs of users transmissions currently require voice, video and unified communications services, labeled as such by most providers of these technologies.

This paper highlights the ability to incorporate telepresence and video conferencing technologies in a converged network within a campus architecture, for this, we consider the UTEZ (Technological University Emiliano Zapata) communications network as a study case, this network has devices and appropriate links to provide bandwidths required for video and telepresence applying the concept of quality of service (QoS).

## 21 Introducción

El concepto de comunicación ha sido esencial para la evolución de las organizaciones de cualquier índole usando sistemas de comunicaciones como el envío de telegramas, correos, mensajes, etc. Sin embargo las comunicaciones por sí mismas también han evolucionado y los sistemas de comunicación antiguos han sido sustituidos por sistemas tecnológicos innovadores, de tal manera que hoy es día es muy común encontrar a personas comunicándose a través de diversos dispositivos como computadoras, laptops, notebooks, tablets, smartphones, etc., utilizando aplicaciones para el envío de mensajes, de correos electrónicos, realizando llamadas telefónicas e incluso incorporando video en tiempo real y de alta calidad, entre otros servicios. Estos cambios responden a las necesidades de los usuarios de las comunicaciones, ya que gracias a la tecnología, las distancias espaciales y de tiempo prácticamente han sido eliminadas para los usuarios finales, quienes gozan de los beneficios tecnológicos para realizar sus labores cotidianas en sus hogares y sus lugares de trabajo en tiempo real y con estándares de calidad aceptables.

Las redes convergentes han permitido evolucionar las redes de comunicaciones, permitiendo que sea posible la trasmisión de diferentes tipos de información sobre la misma infraestructura y sobre un mismo protocolo de nivel de red, en éste caso el protocolo IP, y más aún, los diferentes servicios de red que existen actualmente demandan las más altas condiciones de eficiencia para llevar a cabo actividades específicas para la colaboración, las cuales se encuentran en pleno auge, gracias a que permiten simplificar los procesos de comunicación y colaboración y por lo tanto se pueden disminuir los costos de operación en las organizaciones [1].

El concepto de comunicaciones unificadas, parte de la premisa de la tecnología de VoIP, en la cual se puede realizar la transmisión de paquetes de voz a través de una red IP, la cual trae consigo funcionalidades de valor agregado.

Un sistema de comunicaciones unificadas, se basa en un control de presencia, lo cual significa que la comunicación se centra en la persona y no en el dispositivo, conociendo entonces el estado de disponibilidad del usuario con quién se desea comunicar y cuando hacerlo.

Además es posible agregar aplicaciones como mensajería instantánea, correos electrónicos, entre otros. Los servicios integrados en las comunicaciones unificadas incluyen [2]:

- Presencia. Comunicación con la persona disponible o la posibilidad de comunicarse en cualquier otro momento, ya que se conoce su disponibilidad, lo cual favorece la reducción de llamadas y mensajes, es indispensable conocer el estado del usuario y los dispositivos o medios preferidos para localizarlo. Ésta es una de las principales características, debido a que el usuario se puede localizar en cualquier otro medio disponible si se encuentra ocupado en alguno de los medios de los que dispone.
- Mensajería instantánea. Permite la reducción de llamadas y agiliza las respuestas rápidas en tiempo real.
- Telefonía. Aumento en la movilidad incorporando el uso de softphone (software de telefonía) para los usuarios finales.
- Videollamadas. Equipo multipropósitos que incorporan voz y video.
- Correo electrónico. Mensajes de voz, recepción de faxes, etc.

En cuanto a la transmisión de video sobre la red IP, ya sea a través de videollamadas o videoconferencias, es una tecnología que ha permitido incrementar la interactividad entre usuarios, quienes la han adoptado como una herramienta de colaboración altamente eficaz. Ésta tecnología se diferencia de la telepresencia por la calidad de video que transmite, ya que sus exigencias no son tan demandantes y al usuario no se le proporciona la sensación de estar con la otra persona frente a frente, en el mismo espacio.

La telepresencia, en cambio, es un servicio innovador debido a que involucra diferentes elementos como el audio, el video de alta definición, interactividad, proporcionando a los usuarios la sensación de “estar en la misma sala” [3].

Cada una de las tecnologías antes mencionadas (VoIP, Telefonía IP, Videoconferencias, videollamadas, telepresencia) tienen sus requerimientos especiales tanto en el manejo de protocolos y la transmisión de información, los cuáles todos pueden converger en una arquitectura de red jerárquica de campus basada en TCP/IP, con los dispositivos y enlaces adecuados para lograr la convivencia de éstos servicios, sin degradar la calidad en cada uno de ellos.

## 21.1 Método

Para la implementación de las tecnologías de video y telepresencia en una red basada en el modelo de campus, es necesario aplicar la técnica de recolección y análisis de información, así como un análisis a fondo para determinar los requerimientos adecuados para el buen funcionamiento de dichas tecnologías.

En relación a la videoconferencia. Primeramente se debe elegir entre los diferentes tipos de videoconferencia que soporta una red jerárquica:

- a) de acuerdo al número de participantes: uno a uno, uno a varios o varios a varios.
- b) de acuerdo a la tecnología de transmisión que utiliza para la transmisión y control de las videollamadas: ATM, RDSI, H.323, SIP, MBone y VRVS.

Posteriormente se consideran los elementos básicos como son el Codec, los estándares y los servicios. El Codec es el dispositivo que puede procesar las señales analógicas de voz y vídeo y las convierte a un formato digital, además de realizar las actividades de compresión. El estándar para la transmisión de video fue definido como H.320, aunque hoy en día existen otros estándares para el mismo fin, un ejemplo es el protocolo H.323.

En relación a la telepresencia. Los componentes que se involucran para la implementación de telepresencia son códecs, cámaras, aparatos de iluminación, micrófonos, altavoces y terminales o pantallas de alta definición. Ésta tecnología requiere de la transmisión de video de alta calidad y en imágenes de tamaño real, esto significa que debe soportar resoluciones de 720p y 1080p (los cuáles son las resoluciones aplicadas a las televisiones con Alta Definición), esto requiere de un ancho de banda de 2 y 4Mbps por cada pantalla o terminal que se utilice, véase figura 1. Existen diferentes protocolos para la transmisión de voz y video con telepresencia, entre los más populares se encuentran H.323 y H.264.

**Figura 21** Terminales de Telepresencia



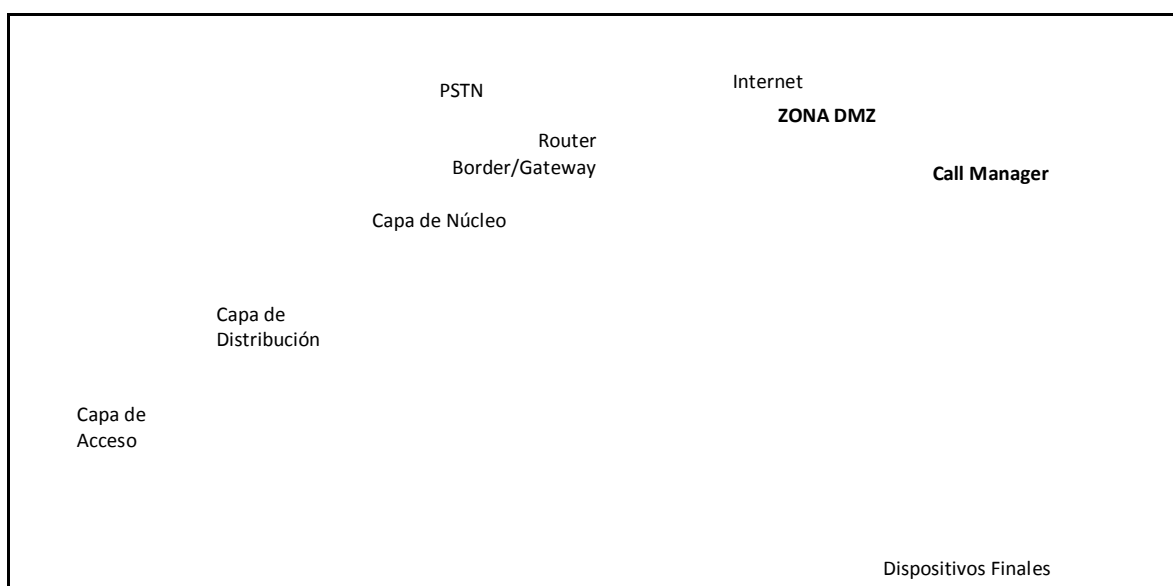
La infraestructura de red de la UTEZ, está basada en el modelo jerárquico de campus (capas de núcleo, distribución y acceso), ver figura 20.1, permitiendo la escalabilidad de la misma, así como la incorporación de nuevos servicios, en éste caso la implementación de videoconferencia y de telepresencia. Las características que sobresalen en la red de comunicaciones del caso de estudio son:

- El Call Manager (dispositivo que controla la telefonía IP) es compatible con el estándar H.323 para video y telepresencia.
- Servicios de movilidad para telefonía, en donde los usuarios no dependen del equipo de telefonía, sino que pueden sincronizar sus dispositivos móviles a los teléfonos IP de su oficina, y por lo tanto ser localizados en cualquier lugar, siempre y cuando los dispositivos cuenten con acceso a la red inalámbrica de la Universidad.
- Existe un Switch de capa 3 como núcleo de la red, soportando enrutamiento dinámico en la red, y permitiendo la transferencia de información sobre enlaces de 10Gbps, 2Gbps(a través de la tecnología Etherchannel que permite agregado de ancho de banda) y 1Gbps de ancho de banda.
- Los switches de capa de distribución, cuentan con enlaces GigabitEthernet proporcionando alta velocidad de transferencia.



- Otro apartado importante es la configuración del enfoque de la Calidad de Servicio (QoS – Quality of Service), la cual permite que se realice una clasificación del tráfico prioritario, en éste caso la voz y el video, para que durante su transmisión los paquetes de mayor prioridad no sean afectados por factores como la latencia, el jitter (varianza en el retardo), la pérdida de datos, entre otros.
- La mayoría de los switches de la capa de acceso cuentan con la tecnología PoE para la conexión de terminales adecuadas, por ejemplo, los teléfonos IP.

**Figura 21.1** Diagrama Conceptual de la red de campus de la UTEZ



## 21.2 Resultados

Hasta el momento, lo que se ha realizado como parte del proyecto, es un análisis a detalle de las condiciones actuales de la infraestructura de la red de voz y datos de la UTEZ y la valoración de los equipos de telepresencia adecuados.

El resultado que arrojó el análisis, es la viabilidad para la implementación de los servicios de videoconferencia y telepresencia, gracias a que se cuenta con una arquitectura jerárquica, la capacidad de ancho de banda como mínimo de 1 Gbps, así como también los mecanismos de calidad de servicio, y principalmente, porque se cuentan con los requisitos básicos para la transmisión de voz, aunque es necesaria una actualización de software al Servidor del “Call Manager”.

Con respecto a la comparación de los equipos de telepresencia que existen, se ha determinado que la solución a priori y la más óptima, por las condiciones antes mencionadas, ver figura 3, debe contar con las siguientes características generales:

- Equipo multipunto o multisitio que permita la conexión de al menos cuatro puntos
- Compatibilidad con los protocolos SIP, H323, H264.

- Resolución superior a los 720p
- Consumo de ancho de banda de aproximadamente 6Mbps

**Figura 21.2** Ejemplo de equipo de telepresencia: códec, cámara, micrófono



### 21.3 Discusión

Cuando se trabajan con redes no jerárquicas, es decir, que no siguen el modelo de las redes jerárquicas de alto rendimiento, se presentan una serie de problemas, como son: grandes dominios de broadcast, grandes dominios de colisión, alta latencia, alto jitter, difícil resolución de problemas, intolerancia a fallos. Todas las problemáticas antes mencionadas afectan de manera directa las transmisiones de las videoconferencias y la telepresencia, ya que la percepción que se proporcionará al usuario final, será la de conexiones lentas, intermitentes y deplorables, con la posibilidad de pérdida de datos o fragmentos de la comunicación.

Por otra parte, el ancho de banda es otro aspecto importante a considerar. Aunque parece que el video es un servicio que consume mucho gran ancho de banda, no es así, si se tienen enlaces con una capacidad mínima de 100Mbps y la transmisión de video es de 6Mbps, significa que sólo se usa un 6% del ancho de banda disponible. Para garantizar la transmisión de la videoconferencia y la telepresencia, se requiere de la configuración de la calidad en el servicio, es decir, ciertas configuraciones en los equipos de red para blindar los paquetes de video y que se les asigne prioridad mayor a los mismos, sobre el resto del tráfico de la red.

### 21.4 Conclusiones

Las tecnologías de telepresencia y videoconferencias, se han convertido en una necesidad en las organizaciones, son poderosas herramientas de colaboración que integran audio, video de alta calidad y elementos interactivos que proporcionan a los usuarios la sensación de estar con la(s) otra(s) persona(s) en el mismo lugar o cara a cara, en el caso de la telepresencia. Además, eliminan los contratiempos ocasionados por las distancias y la falta de tiempo para los traslados.

Es por ello que, implementando éstas tecnologías en un ámbito educativo como el de la UTEZ, los beneficios que se obtendrían serían de gran impacto tanto para los estudiantes como para el personal en general, por ejemplo, la impartición de clases a través de videoconferencia, la colaboración en tiempo real entre docentes de la misma institución, o de otras instituciones del país o internacionales, colaboración de directivos, colaboración con instituciones de cualquier índole, etc.

### **21.5 Referencias**

Joskowicz J., “Voz, Video y Telefonía sobre IP”, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. Abril 2011. <http://iee.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonia%20sobre%20IP.pdf>

Villacampa J.L., “Estudio integración sistema de mensajería instantánea en plataforma comunicaciones unificadas IPCcom”, Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Arquitectura de Computadoras. España. 2010. <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/9882>

Gómez T., Esteban P., Quiroz A., Velásquez G., “Producto de telepresencia para la educación superior en el ámbito nacional”, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad EAFIT. Medellín Colombia. Enero 2007. <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernos-investigacion/article/view/1297/1170>

## **La ingeniería inversa y sus aplicaciones en la educación en ingeniería**

Eusebio Jiménez, Saúl Ontiveros, René Moroyoqui, Gabriel Luna y Julio Humberto

E. Jiménez, S. Ontiveros, R. Moroyoqui, G. Luna y J. Humberto  
Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, Dr. Norman E. Borlaug Km. 14 S/N, Valle del Yaqui, 85095, Cajeme.  
Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, Av. Universifdad 271, Universitaria, 84080 Nogales.  
Universidad Estatal de Sonora-IPN, Periférico Sur 810, 85875 Navojoa  
ejimenezl@msn.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

Reverse engineering is a methodology that looking for useful and reliable information about an object, technology or system, in order to know, duplicate and where appropriate enhance the characteristics of the objects. Although it's many applications in teaching and industry, Reverse Engineering is not taught formally in universities, in part because it is confused with piracy and the fact that there are few methods available for teaching. This paper presents the use of Reverse Engineering in teaching and industrial applications in some universities of Sonora. We describe a formal definition and a method associated with the concept of Reverse Engineering. The applications described and the experiences are oriented to duplicate parts and components, and hydrogen fuel cells reverse design.

## 22 Introducción

Según Ahmad (2001), la ingeniería inversa se describe como aquel proceso por medio del cual una parte existente o un modelo físico es recreado o clonado. La información que se obtiene durante todo el proceso de la ingeniería inversa tiene diversos usos, entre ellos para reproducir una parte o un componente, o bien conocer una máquina o un sistema (Jiménez, García y Montoya, 2006). Para el caso de las partes y los componentes, la ingeniería inversa requiere del análisis geométrico y dimensional, así como del análisis de los materiales.

Por otro lado, la ingeniería inversa desde el punto de vista científico y tecnológico no es una práctica ilegal, pues su uso está justificado en algunas aplicaciones industriales, como por ejemplo en el mantenimiento de equipos, en el duplicado de una pieza equivalente para problemas emergentes, en la asimilación de tecnologías e inclusive una parte del desarrollo de tecnologías se basa en el mejoramiento de las mismas (Luna et al 2011).

Para aplicar en forma eficiente a la Ingeniería Inversa en la obtención sistemática de información acerca de objetos, máquinas y sistemas, es necesario usar herramientas y técnicas de diversas áreas del conocimiento de la ingeniería. La aplicación de muchas áreas del conocimiento y diversas herramientas computacionales y experimentales en el duplicado de una parte o sistema, hace que la ingeniería inversa tenga un amplio potencial en la educación en ingeniería (Jiménez et al 2012). La Ingeniería Inversa se realiza bajo una conjunción o integración de diversas disciplinas, tales como la Metrología, la Ciencia de los Materiales, los Métodos Experimentales de Esfuerzos, el Análisis por Elemento Finito, el Diseño y la Manufactura Asistidos por Computadora entre otras disciplinas. Un proyecto de Ingeniería Inversa formal requiere de la formación de un grupo de trabajo multidisciplinario capaz de aplicar las experiencias y los conocimientos científicos y tecnológicos en la obtención de la información de los objetos, máquinas o sistemas de referencia.

La Ingeniería Inversa, al ser erróneamente confundida con la piratería, ésta como tal no es enseñada en las universidades, cuando menos no de manera formal. Sin embargo, en muchas universidades de todo el mundo los procesos del diseño inverso o ingeniería inversa se utilizan en la enseñanza de la ingeniería.

Por ejemplo, Hamid (2012), usa la ingeniería inversa como herramienta de aprendizaje en el proceso de diseño. Jahan y Dusseau, (1999) usan la Ingeniería Inversa para enseñar a los estudiantes en las diversas áreas en desarrollo de filtros de agua. Sirinterlikci A., Mativo J, (2010) enseñan ingeniería inversa a los estudiantes de ingeniería con aplicaciones no industriales y otros campos de estudio.

En este artículo se presentan algunas aplicaciones de la Ingeniería Inversa en la enseñanza de la ingeniería y en la industria realizadas por las universidades y empresas que conforman las distintas redes de colaboración en el Sur y Norte de Sonora. Se presenta una definición formal y un método de la ingeniería inversa por medio del cual se sistematiza el proceso de obtención de la información de partes y componentes. Se describe el proceso de duplicar una celda de combustible de hidrógeno y algunas aplicaciones al duplicado de piezas mecánicas.

## 22.1 Método

De acuerdo con Jiménez et al. (2006), no existe una definición única de la ingeniería inversa y tampoco un método universal. Por ejemplo, Borja (1997) la define como sigue:

La Ingeniería Inversa es el proceso de diseñar un sustituto, el cual reemplace de forma aceptable a un producto o parte. En este caso, Ingeniería Inversa es un caso particular de rediseño que se fundamenta en diversos aspectos del producto original y en el análisis de un ejemplar y se aplica cuando el proceso de diseño o la documentación original no está disponible.

Cualquier método de la Ingeniería Inversa debe estar relacionado con su definición. Así, Jiménez et al. (2006), propone que:

La ingeniería inversa es un proceso analítico-sintético que busca determinar las características, y/o funciones de un sistema, una máquina o un producto o una parte de un componente o un subsistema. El propósito de la ingeniería inversa es determinar un modelo genérico de un objeto o producto o sistema de referencia.

Las fases en las que se desarrolla la ingeniería inversa, relacionadas con la definición descrita anteriormente, son (Jiménez et al 2006):

- 1) Fase 1: Conocimiento preliminar del objeto de referencia (A).
- 2) Fase 2: Diseño de un plan de investigación (P).
- 3) Fase 3: Aplicación del plan *P* al objeto de referencia.
- 4) Fase 4: Sintetizar la información generada por el plan, generar el modelo B y demostrar que  $B \sim A$ .
- 5) Fase 5: Caracterizar el modelo B.
- 6) Fase 6: Usar B para diversos propósitos

O, en forma equivalente:

- 1) Se presenta el objeto de referencia A.
- 2) Se definen las referencias (determinación del conocimiento preliminar acerca de A).
- 3) Se definen los objetivos (requerimientos y la finalidad de la ingeniería inversa).

- 4) Con los pasos 2 y 3, se diseña el proceso de la investigación.
- 5) El producto del diseño del paso 4) es un plan o programa de investigación operativa.
- 6) Se aplica P al objeto A.
- 7) El resultado del paso 6) es información de A.
- 8) Se considera el paso 3) y con los resultados del paso 7) se genera B.
- 9) B es un modelo
- 10) Se verifica, según el paso 3), si B es equivalente a A.
- 11) Se dan las conclusiones, 12) Se reevalúa B y 13) B es aplicable.

Existen otros métodos que se pueden utilizar para el análisis y la caracterización de máquinas. Por ejemplo, Duarte, Martínez y Salazar. (2001), proponen los pasos siguientes:

- A) caracterizar los elementos móviles: constituyen la parte móvil de los mecanismos o elementos transformadores de la energía mecánica mientras fluye a través de la máquina.
- B) caracterizar los elementos fijos: sirven de apoyo a los demás para que estos pueden transmitir la energía mecánica cuando fluye a través de la máquina.
- C) elemento activo: aquel por medio del cual la máquina transfiere o recibe energía mecánica
- D) fuente de energía: puede provenir de un combustible, de un generador eléctrico o de una línea de aire
- E) planta de control: Los elementos que constituyen el componente que recibe señales y da respuesta.

## 22.2 Resultados

En esta sección se presentan el resumen de algunos proyectos en los cuales se aplicó la metodología de la Ingeniería Inversa para generar información de partes, piezas y dispositivos. El primer proyecto a describir es el duplicado de una pieza didáctica, el segundo proyecto es la obtención de información de un componente industria y, finalmente, el tercer proyecto es la aplicación de la ingeniería inversa a una celda de combustible de hidrógeno.

Pieza didáctica: Descripción: para motivar a los alumnos al aprendizaje de la Ingeniería Inversa, se procedió a aplicar el método descrito por Jiménez et al (2006), a una pieza didáctica (ver Figura 21) usada para las prácticas de la medición.

**Figura 22** Pieza didáctica y su duplicado

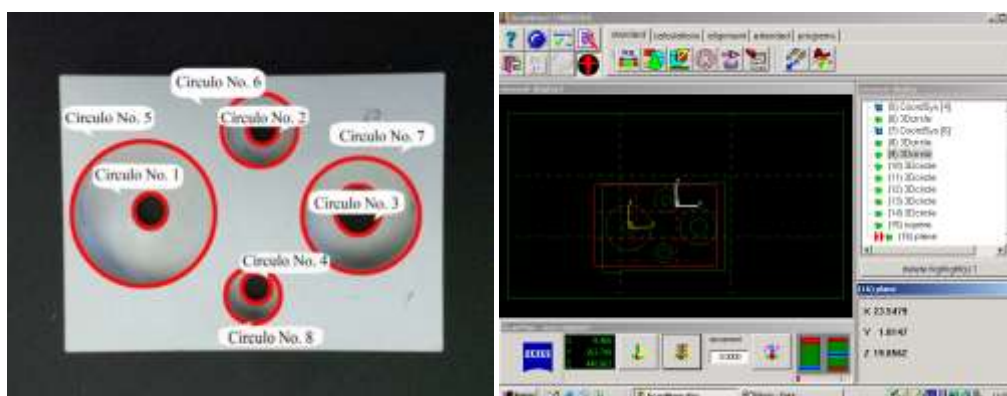


Los programas particulares de la ingeniería inversa aplicados a la pieza fueron los siguientes (García et al 2008):

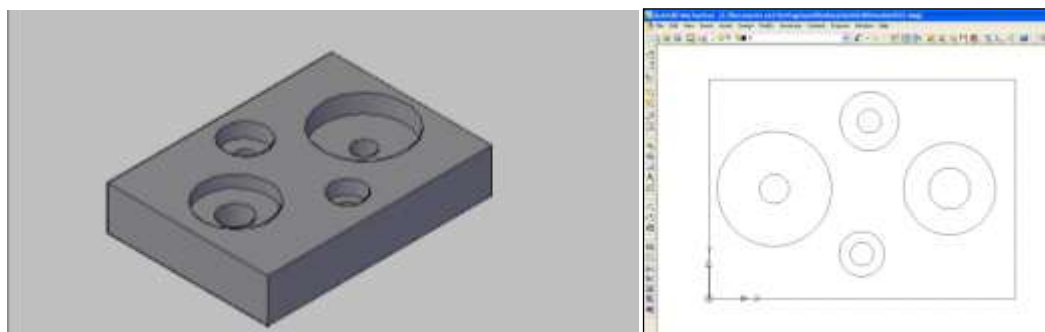
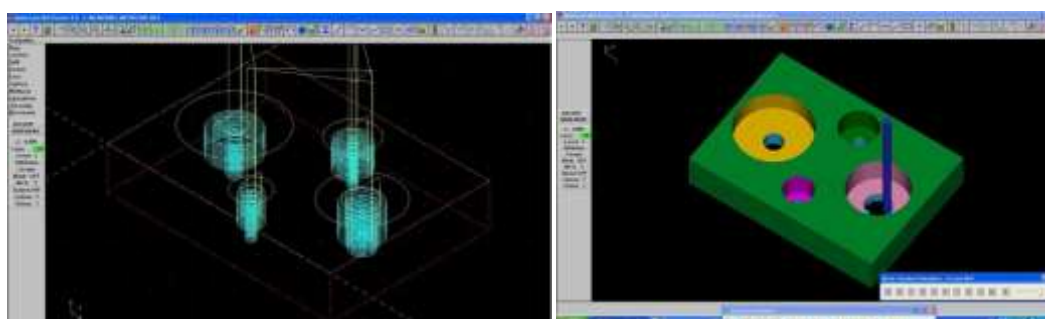
- Programa de digitalización (ver Figura 22.1).
- Modelos en CAD (Computer Aided Design).
- Modelos en CAM. (Computer Aided Manufacturing).

Las Figuras 22.2 y 22.3 muestran los modelos CAD y CAM.

**Figura 22.1** Programa de digitalización





**Figura 22.2** Programa de dibujo**Figura 22.3** Programa de manufactura

Para obtener la información y los modelos de la pieza, fue necesario usar una máquina de medición por coordenadas, software Autocad y Mastercam.

Pieza industrial:

Descripción: el método de la ingeniería inversa desarrollado por Jiménez et al (2006) fue aplicado para obtener los modelos de un producto de un transformador industrial usado para la industria de las telecomunicaciones.



La Figura 22.4 muestra el componente analizado, así como su materia prima. Los programas de la ingeniería inversa consistieron en determinar dos modelos del producto generados por la teoría de primitivas de manufactura desarrollada por Jiménez (2013).

Dichos modelos dependen del número de operaciones principales de manufactura. El dominio de primitivas está compuesto por familias: materias primas ( $B_{MP}$ ), productos preparados ( $B_{PP}$ ), materiales agregados y extraídos ( $B_{MAE}$ ), subproductos ( $B_{SUB}$ ) y producto terminado ( $B_{PT}$ ).

**Figura 22.4** A) objeto de referencia, B) materia prima base

Para poder aplicar la teoría del dominio de manufactura es necesario identificar el número de operaciones (n). La tabla 22 muestra la naturaleza de las operaciones que se le aplican al transformador.

**Tabla 22** Operaciones de manufactura

Operación real de manufactura	Elemento geométrico $B_{MAE}$	Nomenclatura	Operador boleano parametrizado
$O_1$ (Montaje de Bobina 1)		$B_1$	$M, B$ $\cup$ (Unión de montaje de Bobina)
$O_2$ (Entaipado 2)		$C_1$	$M, P$ $\cup$ (Unión de montaje de entaipado)

Para  $n=2$  se tienen los resultados siguientes:

$$\alpha (B^M) = 2(2n + 1) = 10 \quad (22)$$



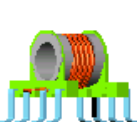







$$\theta (B_{MP^*}) = 2 + (n - 1) = 3 \quad (22.1)$$

$$\theta (B_{PP}) = \theta (B_{MAE}) = \theta (B_{SUB}) = 2 \quad (22.2)$$

$$\theta (B_{PT}) = 1 \quad (22.3)$$

Aquí,  $\alpha (B^M)$  es el número de elemento del dominio de manufactura el cual es mostrado en la tabla 22.1

**Tabla 22.1** Dominio de manufactura

Materias primas ( $B_{MP}$ )			
Productos preparados ( $B_{PP}$ )			
Materiales agregados y extraídos ( $B_{MAE}$ )			
Subproductos ( $B_{SUB}$ )			
Producto terminado ( $B_{PT}$ )			

Por otro lado, sólo existen dos secuencias de operaciones: una admisible (primero la bobina y luego el empapelado) y una no admisible (primero el empapelado y luego la bobina). La ecuación de forma (modelo del producto) asociada con la secuencia admisible es la siguiente:

$$PT \approx B_{SUB2} = (((A \overset{Pr}{\cup} B_1) \overset{M,B}{\cup} B_1) \overset{Pr}{\cup} C_1) \overset{M,P}{\cup} C_1 \quad (22.4)$$

Aquí, PT es el producto terminado y  $\overset{Pr}{\cup}$  es la unión por preparación.

Celda de combustible de hidrógeno.

Descripción: otra aplicación del método de la ingeniería inversa desarrollado por Jiménez et al (2006) fue en el análisis de una celda de combustible de hidrógeno. A continuación se describen los programas de investigación aplicados a dicha celda (Luna et al, 2012):

- 1) P1: Contextualización del objeto de estudio.

Es una unidad formada de diferentes materiales que conforman en su conjunto una celda de combustible, formado de polímeros y metales, particularmente aceros inoxidable y acrílicos (para pruebas experimentales). Los materiales deben escogerse para soportar el proceso químico de la electrolisis. La figura 22.5 muestra el objeto de referencia.

**Figura 22.5** Objeto de referencia: celda de combustible



- 2) P2: Búsqueda de información sobre el objeto de referencia.

Necesaria para conocer las propiedades mecánicas de los elementos, la funcionalidad de las partes y el tipo de maquinado utilizado. Esta búsqueda de información es necesaria para el diseño apropiado y el buen funcionamiento de la celda a ser manufacturada.

- 3) P3: Determinación de los parámetros de entrada y salida.

El objetivo de este procedimiento es obtener información sobre los parámetros necesarios que afectan el funcionamiento del objeto de estudio, tales como: hidrógeno, oxígeno, agua y electricidad, según sea el caso de estudio, cabe destacar que existen varios tipos de celdas de combustible, como ya se explicó con anterioridad, el caso de estudio corresponde a una celda de combustible para la producción de hidrógeno y oxígeno por medio de la electrólisis.

- 4) P4: Desmontaje y clasificación de componentes.

Se desensambla el objeto de estudio, parte por parte, estas se van clasificando según el nivel de desensamblado, esto es, del primer componente presente en el exterior hasta llegar al interior del objeto de estudio. Este procedimiento tiene el objetivo de caracterizar las partes que conforman el objeto de estudio para sus futuros usos académicos o de manufactura. La figura 7 muestra algunas partes de la celda estudiada.

**Figura 22.6** Desensamblado de la celda



5) P5: Determinación de las interrelaciones entre las partes.

Interrelacionar componente por componente para conocer la función específica de cada elemento relacionado con otro. Esto se lleva a cabo para tener de manera detallada el componente o parte del objeto de estudio para futuras modificaciones sin afectar a las partes que le sigan o le precedan.

6) P6: Análisis de las partes y subsistemas

El análisis de las partes tiene como objetivo obtener la información necesaria de las partes: medidas y el material de cada una de ellas con el objetivo de poder utilizar estas medidas en programas de computadora CAD, CAM y/o CAE, de esta forma poderlos utilizar para la manufactura del objeto de estudio.

7) P7: Re-ensamble de las partes.

Con la información del P4 se procede al re-ensamble de cada una de las partes del objeto de estudio. En este paso ya se tiene toda la información obtenida del objeto de estudio gracias a la metodología de la ingeniería inversa. La figura 22.7 muestra la celda en proceso de re-ensamble.

**Figura 22.7** Montaje de la celda



## 8) P8: Documentación.

Se documenta la información de todos los programas implícitos para llevar a cabo el estudio del objeto. Esta documentación será necesaria para futuros casos de estudios donde intervengan partes y subsistemas de un objeto, y para futuras modificaciones en el diseño sin afectar su funcionalidad o aún mejor, incrementando su rendimiento.

### 22.3 Discusión

La ingeniería inversa debe ser enseñada formalmente en las universidades, no solo por su enorme potencialidad en la educación en ingeniería, si no por sus aplicaciones estratégicas para la asimilación y la innovación tecnológica. Muchos países han usado a la ingeniería inversa como medio para la transferencia tecnológica.

Sin embargo, en México no es fomentada de manera institucional, pues en principio faltan programas gubernamentales de largo plazo que permitan direccionar una estrategia de desarrollo económico basada en el desarrollo de tecnología y, en segundo término, el sistema productivo nacional es maquilador, esto es, la tecnología usada para la producción es generalmente importada y son pocas las innovaciones documentadas que se realizan en las industrias.

En lo que respecta a la educación, es necesario, además de enseñar la metodología y las herramientas que se usan en el proceso de la ingeniería inversa, promover en los alumnos el conocimiento relacionado con protección intelectual, así como el uso de los bancos de patentes para el diseño y la mejora de productos. Es importante señalar que la ingeniería inversa no es una práctica ilegal pues el tratar de conocer una tecnología a fondo no necesariamente es para violar patentes o secretos industriales. No es posible mejorar e innovar una tecnología sin antes conocerla. Lo ilegal es hacer mal uso de la información obtenida por la aplicación de la ingeniería inversa. Finalmente, es necesario saber planear correctamente los programas de investigación de la ingeniería inversa que serán aplicados a los casos de estudio, pues en primer lugar no es mismo duplicar una pieza, parte o componente que un sistema, como es el caso de la celda de hidrógeno analizada. Por otro lado, la ingeniería inversa puede usarse para generar modelos del producto, como fue el caso del transformador para la industria de las comunicaciones. En este trabajo, se obtuvieron una ecuación de forma y un dominio de manufactura del transformador y ambos modelos fueron obtenidos determinando el número de operaciones de manufactura.

### 22.4 Conclusiones

En este artículo se han descrito algunas aplicaciones de la Ingeniería Inversa a la educación en Ingeniería y a los proyectos industriales. Las principales conclusiones se resumen en los puntos siguientes:

- La Ingeniería Inversa es una metodología que tiene múltiples aplicaciones en la Educación en Ingeniería y en las empresas. En este trabajo se han mostrado algunos ejemplos prácticos del uso de dicha metodología en la obtención de información de partes y componentes, y sistemas (celda de combustible), con resultados positivos. Es necesario que las universidades enseñen de manera formal la Ingeniería Inversa, pues en primer lugar no es una práctica ilegal (sería ilegal si la información obtenida es aplicada violando patentes o secretos industriales) y en segundo lugar, la Ingeniería Inversa es uno de los métodos claves en las estrategias que usan la mayoría de los Países para asimilar e innovar tecnologías.

- Es importante que se diseñen correctamente los programas de investigación de cada caso de estudio al cual se le aplica ingeniería inversa. En este trabajo se muestra la aplicación de un método de la ingeniería inversa general en piezas y en una celda. A pesar que en lo general es el mismo método, en lo particular deben desarrollarse programas específicos para cada caso estudiado.
- En la Educación en Ingeniería, cada profesor, en conjunto con sus alumnos y otros maestros, deben diseñar cada proyecto en donde se aplique la ingeniería inversa, pues cada problema, cada pieza o cada sistema requiere de un análisis y estudio previo y propio para ser analizado.
- Los proyectos educativos donde se aplica la Ingeniería Inversa permiten la discusión sobre propiedad intelectual e industrial, lo que ayuda a los alumnos a comprender las consecuencias de las prácticas ilegales.
- Se requiere desarrollar marcos teóricos y conocimiento sobre la metodología de la ingeniería inversa, pues en México existen pocos estudios sobre el tema, lo que limita las aplicaciones hacia la asimilación y la innovación tecnológica.

## 22.5 Referencias

Ahmad M. (2001). Engineering framework integrating analysis and design improvement in a reverse engineering framework. International Conference on Engineering Education, Oslo, Norway, pp 6N7-24, 6B-31.

Borja, V. (1997). Redesign Supported by Data Models with Particular Reference to Reverse Engineering, Ph D Thesis, Department of Manufacturing Engineering, Loughborough University.

Duarte A., Martínez C., Salazar D. (2001). "Metodología que sirve de base para la fabricación de máquinas". V CIDIM, IV CONIM. Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, Mérida Venezuela.

García A., Ruiz J., Jiménez E., Reyes E., Luna, G., Ontiveros S., Martínez M., Ochoa F., Carrillo E. (2008). "Clasificación de programas y Modelos de la Ingeniería Inversa: Aplicaciones a un caso de estudio." SOMIM 2008. Puebla, México.

Hamid R. (2012). Reverse Engineering as a Learning Tool in Design Process. ASEE Annual Conference. San Antonio TX, 2012.

Jahan K., Dusseau R. (1999). Reverse Engineering of Water Filters. ASEE Annual Conference and Exposition, Charlotte, NC.

Jiménez E., García L. and Montoya N. (2006). Algunas consideraciones sobre la ingeniería inversa. Informe Interno de Investigación. CETA-ITESCA, RED ALFA. Sonora México.

Jiménez, E., García L., Longorio R., Luna A., Luna G., Martínez V., Delfín J and Ontiveros S. (2012). Development Procedures for the Systematic Measurement of Parts and Components, from an Analytical Programs of Reverse Engineering Perspective. INTERTECH 2012, Timor East.

Jiménez, E. (2013). Una propuesta para la sistematización de los planos de fabricación en la generación de modelos del producto. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.

Luna G., Jiménez E., García L., Ontiveros S., Reyes L., Martínez V., Delfín J., Lucero B. (2011). Importance of Research Procedure in Reverse Engineering for Engineering Education. Innovations 2011: World Innovations in Engineering Education and Research, ed. W. Aung, et al., iNNER, Potomac, MD, USA; pp. 379-390.

Luna G., Jiménez E., Hernández L., Urriolagoitia G., Luna N. (2012). Ingeniería inversa como una forma de mejorar el desarrollo de la tecnología: el caso de las pilas de combustible de hidrógeno. XII Internacional Conference on Engineering and Technology Education. Timor East.

Jiménez, E. (2013). Una propuesta para la sistematización de los planos de fabricación en la generación de modelos del producto. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sirinterlikci A., Mativo J. (2010) Teaching Reverse Engineering for Non-Industrial Applications. Annual Conference & Exposition. Louisville, Kentucky.

**Apéndice A . Consejo Editor Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato**

Aguilera Santoyo- Virginia, PhD.

Rectora de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Huerta González- Luis, PhD.

Director de Desarrollo y Fortalecimiento.

Coordinación General de Universidades Tecnológicas.

Corral García- María del Socorro, MC.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Mecánica y Mantenimiento Área Industrial.

Hernández Medina- Gerardo, Lic.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Abogado General.

Pérez García- Vicente, M. I.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Mecánica.

Espinoza Zamora- Jesús, M.C.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Procesos Alimentarios.

Rico Moreno- José Luis, M.C.C.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Tecnologías de la Información.

Andrade Oseguera- Miguel Ángel, M. F.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Contaduría.

Silva Contreras- Juan, M.F.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Contaduría.

López Ramírez- María Elena, M.Gic.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Agricultura Sustentable y Protegida.



**Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN**

Ángeles Castro- Gerardo, PhD.  
Instituto Politécnico Nacional, Mexico.

Peralta Ferriz- Cecilia, PhD.  
Washington University, E.UA.

Yan Tsai- Jeng, PhD.  
Tamkang University, Taiwan.

Miranda Torrado- Fernando, PhD.  
Universidad de Santiago de Compostela, España.

Palacio- Juan, PhD.  
University of St. Gallen, Suiza.

David Feldman- German, PhD.  
Johann Wolfgang Goethe Universität, Alemania.

Guzmán Sala- Andrés, PhD.  
Université de Perpignan, Francia.

Vargas Hernández- José, PhD.  
Keele University, Inglaterra.

Hira- Anil , PhD.  
Simon Fraser University, Canada.

Villasante – Sebastian, PhD.  
Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia.

Pacheco Bonrostro- Joaquín, PhD.  
Universidad de Burgos, España.

García y Moisés– Enrique, PhD.  
Boston University, E.U.A.

Raúl Chaparro- Germán , PhD.  
Universidad Central, Colombia.

Luo- Yongli, PhD.  
Wayland Baptist University, Texas.

Guzmán Hurtado- Juan, PhD.  
Universidad Real y Pontifica de San Francisco, Bolivia.

Laguna- Manuel, PhD.  
University of Colorado, E.U.A.

Gandica de Roa- Elizabeth, PhD.  
Universidad Católica del Uruguay, Montevideo.

Segovia Vargas- María , PhD.  
Universidad Complutense de Madrid, España.

Pires Ferreira Marão- José , PhD.  
Federal University of Maranhão, Brasil.

Salgado Beltrán- Lizbeth, PhD.  
Universidad de Barcelona, España.

Quintanilla Cóndor- Cerapio, PhD.  
Universidad Nacional de Huancavelica, Peru.

García Espinosa- Cecilia, PhD.  
Universidad Península de Santa Elena, Ecuador.

**Apéndice C . Comité Arbitral Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato**

Corral García- María del Socorro, M. C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica y Mantenimiento Área Industrial

Hernández Medina- Gerardo, Lic.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Abogado General

Pérez García- Vicente, M.I.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica

Espinoza Zamora- Jesús, M.C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Procesos Alimentarios

Rico Moreno- José Luis, M.C.C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Tecnologías de la Información

Andrade Oseguera- Miguel Ángel, M.F.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Contaduría

Silva Contreras- Juan, M.F.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Contaduría

Huerta González- Luis, PhD.  
Director de Desarrollo y Fortalecimiento  
Coordinación General de Universidades Tecnológicas

López Ramírez- María Elena, M.GIC.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Agricultura Sustentable y Protegida

Acosta Navarrete- María Susana, M.C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Procesos Alimentarios y Agricultura Sustentable y Protegida

Aguirre Puente- José Alfredo, M.A.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Tecnologías de la Información

Cano Ramírez- Jaime, M.C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mantenimiento

Pérez Ríos- Miriam E, M.I.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Procesos Alimentarios

Ramírez Lemus- Lidia, PhD.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Desarrollo de Negocios

Ledesma Jaime- Reynaldo, M.I.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica

Enrique Botello- José, PhD.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Bioingeniería

Acosta García- Gerardo, PhD.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Biotecnología

Montes Hernández- Salvador, PhD.  
INIFAP-Bajío  
Biotecnología

Padilla Medina- Alfredo, PhD.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Electrónica-procesamiento de imágenes

Hernández Martínez- Miguel, PhD.  
INIFAP-Bajío  
Agricultura

Jiménez Islas- Hugo, PhD.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Matemáticas- Estadística

Arroyo Figueroa- Gabriela, M.C.  
Universidad de Guanajuato  
Biotecnología Experimental

Mercado Flores- Juan, PhD.  
Instituto de ciencias agrícolas  
Alimentos y Análisis Estadístico

López Orozco- Melva, Ing.  
Instituto de ciencias agrícolas  
Bioingeniería

Waldir Pérez Ríos- Lenin, Ing.  
Ingeniería Industrial.  
Sabes UNIDEG

Vázquez Barrios- María Esthela, PhD.  
Universidad Tecnológica de Querétaro  
Manejo Poscosecha

Pacheco Aguilar- Ramiro, PhD.  
Universidad Tecnológica de Querétaro  
Biotecnología/Biofertilizantes

Gallardo Granados- Samuel, M.C.  
Empresa FIRA  
Agricultura Protegida

García Ruiz- Rosario, Q. A.  
Universidad Tecnológica de Querétaro  
Tecnología de alimentos

Rivas Casas- Nydia, MGIC  
Instituto de Ecología  
Biología Microcuencas

Aguilera Barreiro- María de los Ángeles, M.C  
Universidad Tecnológica de Querétaro  
Nutrición

Lesso Arroyo- Raúl, M.I.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Mecánica

Vidal Lesso- Agustín, PhD.  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Mecánica

Diosdado de la Peña- Ángel, PhD.  
Universidad Politécnica de Guanajuato  
Mecánica

Guzmán Cabrera- Rafael, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Eléctrica

González Parada- Adrián, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Eléctrica

Ruiz Pinales- Juan José, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Eléctrica

Thomson López- Reynaldo, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Arte y Empresa

Gómez- Francisco, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Eléctrica

Rodríguez Villalón- Osvaldo, PhD.  
DICIS Universidad de Guanajuato  
Eléctrica

Barrón Adame- José Miguel, PhD.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Tecnologías de la Información

Gordillo Sosa- José Antonio, cPhD.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Tecnologías de la Información

Quintanilla Domínguez- Joel, cPhD.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Tecnologías de la Información

Moreno Villanueva- Emmanuel, M.I.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica

Ferrer Almaraz- Miguel Ángel, M.I.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica

Rodríguez Sánchez- Marcos, Ing.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mantenimiento

Ramírez Cano- Teresa, MMT.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Desarrollo de Negocios

Mendoza García- Patricia del Carmen, MAE.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Desarrollo de Negocios

Arreguín Cervantes- Antonio, M.C.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato  
Mecánica

