

## Evaluación Antioxidante y Sensorial de Extractos Acuosa de Hojas de Amarantho (*Amaranthus hypochondriacus*)

Martínez González Susana<sup>1</sup>, Coyotl Huerta Judith<sup>1</sup>, Ramírez Vázquez Ma. de la Luz<sup>1</sup>, Sosa Ávila Vianca<sup>2</sup> y López-Mejía Ofelia Araceli<sup>\*1</sup>

**Resumen-** Las hojas del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) podrían aprovecharse por sus propiedades antioxidantes. El objetivo de este proyecto fue evaluar la capacidad antioxidante (método de DPPH) y el nivel de aceptación sensorial (prueba hedónica de 9 puntos, panel de 30 personas) de extractos acuosa de hojas de amaranto. En los extractos (1 g hojas secas/250 mL de agua) se evaluó el efecto de edad de las hojas (8, 12 y 15 semanas), tiempo de extracción (1, 2 y 3 minutos) y temperatura de extracción (60, 70 y 80°C). Los extractos obtenidos en tres minutos y a 80°C, de 15 semanas de edad, tuvieron la mayor capacidad antioxidante. Las hojas de 8 semanas son las de mayor aceptación sensorial.

**Palabras clave-** Capacidad antioxidante, *Amaranthus hypochondriacus*, Amarantho.

### Introducción

El amaranto tiene una gran tradición en México, este grano es considerado en muchos países como pseudocereal. Una de las características más importantes del amaranto es, sin duda, su alto valor nutritivo. Además, se puede aprovechar de múltiples formas, como grano, verdura o forraje. Su proteína es también sobresaliente y excepcional en cuanto a su calidad. Es muy alta en el contenido de lisina, un aminoácido esencial. Actualmente se utilizan tres especies de amaranto, para la producción de semilla principalmente, éstas son: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. y *A. hypochondriacus* L., debido a que estas especies producen grandes influencias repletas de semillas (Morales *et al.*, 2009). La hoja del amaranto es excelente para su consumo en fresco y por su sabor tan suave puede integrarse en guisos sin modificar su sabor ni apariencia. Actualmente se está implementando en los comedores escolares el consumo de productos elaborados de amaranto para aprovechar su alto valor nutritivo y disminuir la desnutrición. Las hojas pueden utilizarse, además, para alimentación animal (Huerta-Ocampo y Barba de la Rosa, 2012). Al transformar la hoja de amaranto en un alto valor nutricional, y una infusión tipo té, se puede aprovechar la hoja, evitando ser desechada o utilizada únicamente para consumo animal. Además, es uno de los alimentos con presencia importante de aminoácidos limitantes como la lisina. El amaranto se puede utilizar integralmente como un recurso para proporcionar a la población los requerimientos proteicos y de calorías, los cuales en la actualidad se obtiene tan sólo de 20 especies vegetales como el trigo, arroz, mijo, sorgo, papa, frijol, soya, azúcar, etc. Un estudio realizado, en 1975, por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos para conocer vegetales poco explotados pero con gran potencial, demostró que el amaranto es uno de los 36 cultivos más prometedores del mundo, por esta razón la misma academia lo describió como "El mejor alimento de origen vegetal para consumo humano" (Sosa, 2009). Algunos péptidos presentes en el amaranto tienen la capacidad de inhibir la oxidación del ácido linoleico, que se había perdido después de la hidrólisis parcial. Los resultados sugieren la presencia de varios péptidos y polipéptidos que pueden actuar como antioxidantes por diferentes mecanismos (Huerta-Ocampo y Barba de la Rosa, 2012). En algunas comunidades, las hojas de amaranto son utilizadas para elaborar infusiones que se ingieren como agua de tiempo con beneficios reconocidos de medicina tradicional. Huerta-Ocampo *et al.* (2012) mencionan que las infusiones acuosa tienen propiedades antidiarreicas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad antioxidante y sensorial de extractos acuosa de hojas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*).

---

<sup>1</sup> **Martínez González Susana**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Departamento de Ingeniería del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, km 7.5 Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, CP. 90122.

<sup>1</sup> **Huerta Judith**, profesora de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Departamento de Ingeniería del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, km 7.5 Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, CP. 90122.

<sup>1</sup> **Ramírez Vázquez Ma. de la Luz**, profesora de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias del Departamento de Ingeniería del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, km 7.5 Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, CP. 90122.

<sup>2</sup> **Sosa Ávila Vianca**, Jefa de Investigación y Desarrollo del Alternativas y Procesos de Participación Social A. C., San Lorenzo Teotipilco, Tehuacán Puebla.

<sup>1</sup> **López-Mejía Ofelia Araceli, autor de correspondencia\***, profesora del Departamento de Ingeniería del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, km 7.5 Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala. San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, CP. 90122.

## Descripción del método

### *Obtención de la materia prima*

Las hojas de amaranto de 8, 12 y 15 semanas de edad fueron proporcionadas por Alternativas y Procesos de Participación Social A. C. del estado de Puebla.

### *Desinfectado*

Las hojas se desinfectaron con solución de plata ionizada al 0.082% (Microdyn®) diluida en agua purificada (0.4 mL/15 L de agua) con un tiempo de contacto de 10 minutos, una vez transcurrido este tiempo se les retiro el exceso de agua con una centrifuga manual (Oster®).

### *Secado de la hoja*

El secado de las hojas se realizó en una estufa (FELISA®) a una temperatura de 50°C durante 5 horas, las hojas secas se conservaron en bolsas con cierre hermético.

### *Reducción de tamaño*

La reducción de tamaño se realizó en mortero y el material resultante se hizo pasar por un tamiz de 0.8 mm, el polvo con este tamaño de partícula se guardó en bolsas herméticas a -273°C hasta su extracción y análisis.

### *Obtención de extractos acuosos*

Las extracciones acuosas se obtuvieron, sometiendo a un proceso de lixiviación 1g de polvo, con tamaño de partícula de 0.8 mm, en 250 ml de agua a 60, 70 u 80°C durante 1, 2 o 3 minutos.

### *Determinación de capacidad antioxidante por el método DPPH*

Se preparó una solución de 3.94 miligramos de DPPH (Difenil picril hidrazil) en 100 mililitros de metanol al 80%. Se mezclaron 100 µL de extracto acuoso (infusión) con 3.9 mL de DPPH, la mezcla se incubó en oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se mide la absorbancia a 515 nm en espectrofotómetro (VELAB®). Se realizó una curva de calibración utilizando Trolox como antioxidante patrón (32 mg/100 ml). El resultado de capacidad antioxidante se expresó en mg equivalentes de Trolox, mg ET (López Mejía *et al.* 2014).

### *Evaluación sensorial de la infusión*

Se realizó una evaluación sensorial aplicando una prueba hedónica de 9 puntos a 30 panelistas no entrenados (Pedrero y Pangborn, 1997).

### *Análisis de resultados*

El Análisis de resultados se realizó mediante un ANOVA (Minitab® versión 15).

## Resultados

Cuadro 1. Capacidad antioxidante en extractos acuosos de hojas de *A. hypochondriacus*.

Edad de hoja	Temperatura de extracción (°C)	Tiempo (minutos)	Capacidad Antioxidante (mg ET/ml de extracto)
8 semanas	60°C	1	0.119 ± 0.002
		2	0.025 ± 0.003
		3	0
	70°C	1	0
		2	0
		3	0.002 ± 0.030
	80°C	1	0

		2	$0.029 \pm 0.040$
		3	0
12 semanas	60°C	1	0
		2	0
		3	0
	70°C	1	$0.077 \pm 0.000$
		2	0
		3	0
	80°C	1	$0.034 \pm 0.001$
		2	0
		3	0
15 semanas	60°C	1	0
		2	0
		3	0
	70°C	1	$0.062 \pm 0.000$
		2	$0.030 \pm 0.001$
		3	0
	80°C	1	$0.033 \pm 0.002$
		2	0
		3	$0.129 \pm 0.019$

Una mayor temperatura de extracción está relacionada a una mayor extracción de antioxidantes, aunque en algunos casos tiempos más prolongados de extracción puede ocasionar degradación de antioxidantes. Las hojas de mayor edad presentan mayor capacidad antioxidante lo que puede deberse a un efecto protector del tejido durante el desarrollo de la hoja, ocasionado por un mayor tiempo de exposición al ambiente.

La escala de 1 a 9 de la prueba hedónica realizada a los extractos, indican que la mayor calificación promedio correspondió a hojas de 8 semanas de edad.

### Conclusiones

Los extractos obtenidos en tres minutos, a 80°C, de 15 semanas de edad, tuvieron la mayor capacidad antioxidante. Las hojas de 8 semanas son las de mayor aceptación sensorial.

### Referencias

Huerta-Ocampo, J. A. y Barba de la Rosa, A. P. 2012. Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva de amaranto. En *Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Ed. Espitia Rangel Eduardo. INIFAP, México. Pp. 293-302.

Huerta-Ocampo J. Á., Maldonado-Cervantes, E. y Barba de la Rosa, A. P. 2012. Amaranto: Propiedades benéficas para la salud. En *Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Ed. Espitia Rangel Eduardo. INIFAP, México. Pp. 303-312.

López-Mejía, O. A., López-Malo, A. y Palou, E. 2014. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed or leaves. *Industrial Crops and Products*. 53, 55-59.

Morales, G. J. C., Vázquez M. N. y Bressani C. R. 2009. El Amaranto. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. DF, México.

Pedrero, F. D. L. y Pangborn, R. M. 1997. Evaluación Sensorial de los Alimentos, Métodos Analíticos. Alhambra Mexicana. Pp. 106.

Sosa G. R. 2009. El poder medicinal de las plantas. IADPA.

# Biodiesel a partir de Aceite Usado de Cocina en Tlaxcala: metodología con enfoque de Logística Inversa

Lic. Bernardo Mariano Matamoros Olvera<sup>1</sup>, Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada<sup>2</sup>,  
y M.A. Ma. Elizabeth Montiel Huerta<sup>3</sup>

**Resumen—** La logística inversa busca mitigar efectos ambientales negativos al recolectar desperdicios y darles un nuevo uso con distintas finalidades; brindando a las empresas y a los usuarios finales la oportunidad de manejar sus desechos de una forma más responsable para el medio ambiente. La presente investigación se realiza en los 3 municipios del Estado de Tlaxcala que presentan mayor cantidad de establecimientos dedicados a la preparación de alimentos, con el propósito de disminuir los problemas de contaminación por Aceite Usado de Cocina en la región, generando horarios y rutas de recolección y definiendo el proceso de transformación que convertirá este subproducto en biocombustible.

**Palabras clave -** Logística Inversa, Aceite Usado de Cocina, Biodiesel

## Introducción

El Aceite Usado de Cocina (AUC) ha sido empleado como materia prima para la generación de Biodiesel en países europeos principalmente, donde impulsa un porcentaje importante del transporte desde hace algunos años. A pesar de ello, economías emergentes como México no han adoptado esta fuente de energía, desperdiciando el potencial que tienen debido a aspectos culturales como la gastronomía típica de la región. En este sentido, nuestro país cuenta con 575 empresas dedicadas al tratamiento de desechos no peligrosos, pero sólo 4 se dedican al manejo del AUC para su transformación en biodiesel (INEGI, 2015).

En el Estado de Tlaxcala existen 7 empresas dedicadas al manejo de residuos no peligrosos, sin embargo, están orientados al tratamiento de cartón, polietileno, aluminio y esponjas, dejando de lado al AUC y sus impactos en el medio ambiente como la contaminación de los mantos acuíferos al ser vertido al desagüe. En consecuencia, es imperante generar estrategias de recolección de este subproducto de manera que se mitiguen los efectos negativos que genera y además sirva como base para la generación de biodiesel a partir de él.

Este artículo presenta parte de la metodología seguida para la generación de un modelo de logística inversa a partir de determinar la cantidad de AUC generado y desechado por los establecimientos dedicados a la preparación de alimentos de 3 municipios del Estado de Tlaxcala y su ubicación en el plano de la ciudad, para después generar rutas de recolección y concluir con el proceso de transformación una vez que el subproducto se encuentre en el centro de Acopio.

## Metodología

Para generar el modelo anteriormente mencionado se plantea la metodología mostrada en la Figura 1, sin embargo, en este documento únicamente se abarca desde la aplicación del instrumento de medición hasta la definición del proceso de transformación.

### *Aplicación del instrumento de medición*

Al ser relevante la comparación de resultados entre los 3 municipios para la investigación, se optó por un muestreo estratificado, donde la cantidad de elementos muestrales de cada estrato, será proporcional a su porcentaje en la población (Sampieri, 2010). Por lo tanto, se visitaron todo tipo de establecimientos dedicados a la preparación de alimentos en los municipios de Apizaco, Tlaxcala y Chiautempan, aplicando 245 encuestas distribuidas en 97, 92 y 56 respectivamente.

### *Procesamiento de la información recabada*

Algunos de los resultados más relevantes obtenidos son:

- La cantidad promedio de aceite de cocina utilizado por municipio es de 683 Lts. semanalmente, mientras que el municipio de Apizaco desecha 77 Lts. semanalmente, Chiautempan 42 Lts. y Tlaxcala 85.5 Lts., dando un total de 204.5 Lts.

---

<sup>1</sup>Bernardo Mariano Matamoros Olvera es Lic. En Creación y Desarrollo de Empresas y alumno de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco, Tlaxcala. [bermatamoros@gmail.com](mailto:bermatamoros@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Miguel Ángel Rodríguez Lozada es profesor de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco, Tlaxcala. [marodriguez@itapizaco.edu.mx](mailto:marodriguez@itapizaco.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.A. Ma. Elizabeth Montiel Huerta es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Tecnológico Nacional de México Campus Apizaco, Tlaxcala. [mmontiel@itamail.itapizaco.edu.mx](mailto:mmontiel@itamail.itapizaco.edu.mx)

- El método más popular de desecho entre los establecimientos es mediante el desagüe seguido del depósito en la basura y el campo en último lugar.
- El 10% de la población encuestada conoce las trampas de grasa, pero sólo el 1% las utiliza.
- Alrededor del 60% de la muestra conoce alguno o varios de los efectos que causa el AUC en el medio ambiente, pero el 96% está dispuesto a participar en un programa de recolección.
- El 72% de la muestra prefiere que el método de recolección sea mediante garrafones y un vehículo que pase por ellos, mientras que el 28% prefiere que se ubique un centro de acopio en la ciudad donde ellos mismos puedan llevar este desecho.

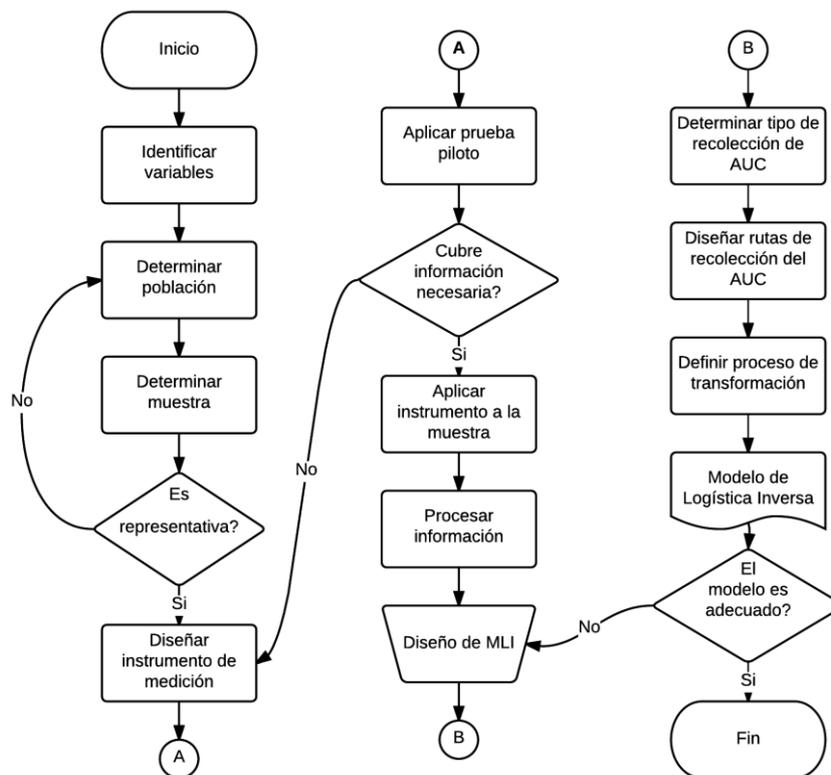


Figura 1. Metodología

*Determinación del tipo de recolección*

Para determinar el mejor procedimiento para la recolección del AUC se realizó un Proceso Analítico Jerárquico (AHP) que compara las características más relevantes de cada uno de los métodos descritos por la Secretaría de Desarrollo Social en su “Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales” (SEDESOL, 1997), donde se ponderan en relación a cada método, buscando la mejor alternativa para el proceso de recolección.

Tabla 1. Comparación métodos de recolección

	Criterios		Esquina	Acera	Intradomiciliario	Contenedores
Tiempo	0.60		0.07	0.16	0.33	0.05
Participación	0.23		0.06	0.03	0.01	0.13
Derrame	0.12		0.01	0.07	0.03	0.02
Costo	0.05		0.01	0.02	0.03	0.01
			<b>0.15</b>	0.27	0.40	0.20

Siendo el método *De Esquina*, que consiste en que el vehículo recolector se estaciona y los usuarios llevan sus contenedores hasta él; el más apropiado pues presenta el menor riesgo de derrame del AUC y costo y calidad promedios, a pesar de que requiera más participación del usuario y más tiempo asignado para el recorrido.

La recolección se realizará en un vehículo que mantenga los costos, tanto iniciales como de consumo, en los niveles más bajos posibles; de igual forma el AUC que sea entregado por los establecimientos se depositará en garrafones de 20 Lts. con el fin de no limitar la manipulación una vez que se regresa al centro de recolección, finalmente, se proponen los horarios descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Días y horarios de recolección

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Lugar	Tlaxcala	Apizaco	Chiautempan	Tlaxcala	Apizaco	Chiautempan
Inicio de recorrido	10:00am	10:00am	10:00am	10:00am	10:00am	10:00am

*Diseño de rutas de recolección*

El instrumento arrojó datos sobre la ubicación de los establecimientos en los planos de los 3 municipios (Imagen 1, ejemplo Apizaco), donde se establecieron puntos de recolección en las esquinas, generando un problema de ruteo de nodos, lo que permitió realizar propuestas de rutas para que el vehículo recolector pase por todos, como se muestra en la Imagen 2 del caso Apizaco (Hemmelmayr, 2013).



Imagen 1. Ubicación de establecimientos en Apizaco

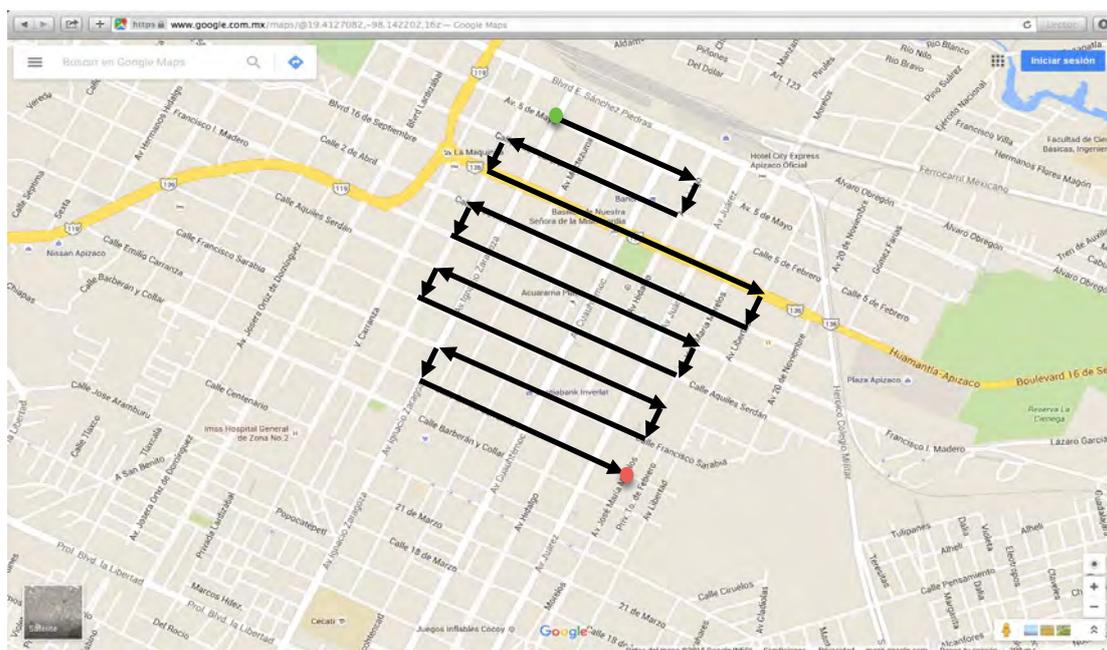


Imagen 2. Ruta de recolección en Apizaco

Una vez que el AUC ha sido recolectado debe ser llevado a un centro de acopio, que es determinado mediante programación lineal en el software Lingo v15.0, y cuya función objetivo minimiza la distancia total del recorrido (Church, 2003), siendo establecido de la siguiente forma:

```
MIN=27.6*x12 + 34.4*x13 + 27.6*x21 + 12.6*x23 + 34.4*x31 + 12.6*x32;
x11+x12+x13=1;
x21+x22+x23=1;
x31+x32+x33=1;
x11+ x22+ x33=1;
x12<=x22;
x13<=x33;
x21<=x11;
x23<=x33;
x31<=x11;
x32<=x22;
@bin(x11);
@bin(x22);
@bin(x33);
end
```

Obteniendo como resultado que el mejor lugar para colocar el centro de acopio es el municipio de Chiautempan (X22), por su ubicación céntrica y las distancias existentes entre los 3 municipios.

#### *Definición del proceso de transformación*

Para el desarrollo de esta etapa se utilizó un diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) que forma parte del grupo de herramientas de Six Sigma y que permite identificar con facilidad las etapas que intervienen en un proceso, con la finalidad de establecer de forma concreta las entradas y salidas del mismo, así como los materiales requeridos y los proveedores que suministran dichos bienes (Alonso-Torres, 2014), mismo que es descrito a continuación y mostrado de forma gráfica en la Figura 2.

El proceso de transformación de AUC-biodiesel más popular es la transesterificación, que es un proceso químico, debido a sus bajos costos y la flexibilidad que presenta para la producción. Éste tiene como primer paso realizar un filtrado para eliminar los residuos sólidos de alimentos que puedan existir en el AUC recolectado, vertiendo el subproducto en un contenedor y utilizando un colador convencional, pudiendo repetir el proceso si se considera necesario.

Después el AUC es vertido en una caldera y calentado a una temperatura de 50°C aproximadamente con el propósito de reducir la humedad y mejorar la calidad del biodiesel a producir. Mientras tanto, en otro recipiente se prepara una mezcla de metanol con hidróxido de potasio, en una razón de 0.166 litros por cada litro de aceite para el primero y para el segundo 1% del peso total del AUC (Phan, 2008)

Posteriormente se debe lavar el biodiesel generado mediante un proceso conocido como lavado por agitación, que consiste en calentar el biodiesel a 30°C en la caldera y después verter agua corriente, agitar la mezcla durante 5 minutos o hasta que se logre una mezcla homogénea y dejar reposar durante una hora aproximadamente, con el fin de separar el agua junto con las impurezas para después ser extraída mediante el uso de un sifón. Dicho proceso puede ser realizado 3 o 4 veces para asegurar la pureza del biodiesel (Chhetri, 2008).

Finalmente, el biodiesel puede ser almacenado a temperatura ambiente en recipientes de plástico o metal.

#### **Comentarios finales**

Los resultados de la investigación hasta el momento han permitido en primera instancia identificar la cantidad de aceite de cocina utilizado en los establecimientos dedicados a la preparación de alimentos de los municipios de Apizaco, Chiautempan y Tlaxcala; así como determinar la cantidad de Aceite Usado de Cocina y el método por el cual es eliminado, brindando un diagnóstico de la situación en general. Por otro lado, se ha podido desarrollar una serie de rutas que visiten estos establecimientos, con el propósito de recolectar este subproducto y evitar así los daños que causa su mala disposición. Con este fin, se integraron herramientas para determinar las mejores rutas de recolección, la ubicación de un centro de acopio e incluso los materiales y maquinaria requeridas para la transformación de este desecho en biodiesel.

Toda esta información servirá para la generación de un modelo de logística inversa que gire en torno a la recuperación del AUC y su transformación en biodiesel, disminuyendo los problemas ambientales que actualmente se tienen debido a su disposición, sin embargo, se trata del primer acercamiento a un problema tan

grave como es la generación y eliminación de desechos de este tipo en la región, que en un futuro puede ampliarse a otros municipios del Estado de Tlaxcala, abrirse a la recolección de este subproducto en los hogares o incluso a otro tipo de residuos cuya disposición final pudiera optimizarse para lograr un impacto positivo en el ambiente.

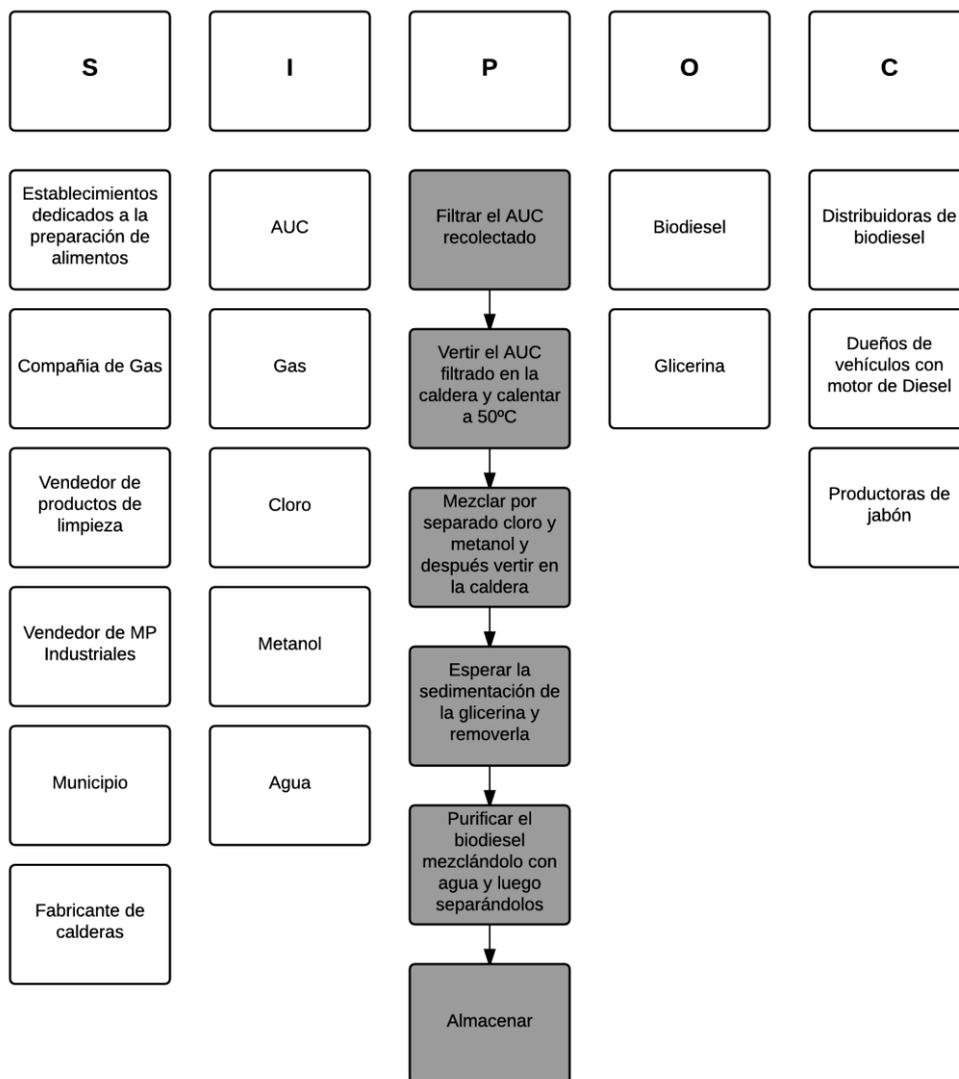


Figura 2. Proceso de transformación mediante diagrama SIPOC

### Referencias

Alonso-Torres, C. (2014). Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 159-171.

Chhetri, Arjun B., (2008). "Waste Cooking Oil as an Alternate Feedstock for Biodiesel Production". *Energies*. 1, 3-18.

Church, Richard L., (2003). "COBRA: A new formulation of the classic p-median location problem". *Annals of Operations Research*, 122, 103-120.

Directorio Estratégico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). (2015). Consultado en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>

Hemmelmayr, V., Doerner, K. F., Hartl, R. F., & Rath, S. (2013). A heuristic solution method for node routing based solid waste collection problems. *Journal of Heuristics*, 19(2), 129-156.

Phan, A. N., & Phan, T. M. (2008). "Biodiesel production from waste cooking oils". *Fuel*, 87(17), 3490-3496.

Roberto Hernández Sampieri. (2010). Metodología de la investigación. México, DF.: McGrawHill.

Sedesol (1997). Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. México, DF.: SEDESOL.

# Comportamiento del Consumidor con Valence, D'Astous y Fortier en México

Dr. Jesús Francisco Mellado Siller<sup>1</sup>, M.PL. Edith Reyes Ruiz<sup>2</sup>,  
Dra. Adriana Méndez Wong<sup>3</sup> y Dra. Sofía Mitre Camacho<sup>4</sup>

## Resumen

El presente trabajo agrega un aporte a las investigaciones en el campo de los comportamientos compulsivos los cuales suponen un estado subyacente que causa este tipo de conducta, por lo que es necesario diagnosticarlos a través de síntomas que se manifiestan en este comportamiento, la escala de Valence, D'Astous y Fortier es una escala de compra compulsiva, y se aplicó en los estados de San Luis Potosí, México, Hidalgo, Sonora, y el Estado de Coahuila, encontrando correlaciones significativas, del tipo positivo entre las variables de la Escala de Valence, D'Astous, y Fortier, esto sustenta que la población de la muestra realiza compras por impulso, lo que fomenta acciones nocivas para la economía de la persona. Por lo que es necesario realizar actividades de mercadotecnia que respalden la responsabilidad social en las compras.

## Palabras Clave

**Comprador Compulsivo, Escala, Marketing, Responsabilidad**

## Introducción

En el siglo XX se empiezan a realizar análisis metodológicos de lo que se denomina compra compulsiva, aun y cuando existen trabajos realizados con anterioridad, es en 1980, cuando se empiezan a conocer resultados sobre el comportamiento de compra; este comportamiento se puede referenciar de manera análoga con conductas adictivas, el presente trabajo realiza un estudio de este tipo de comportamiento en cinco estados de la República Mexicana; Estado de México, San Luis Potosí, Coahuila, Hidalgo y Sonora, trabajos similares son los de (Cala-Mejía & Et.al, 2011) quienes realizan una definición del comportamiento del consumidor con factores que sustentan la escala de Valence, D'Astous y Fortier, (Sarabia & Et.al.) Diferencian compra compulsiva e impulsiva, llegando a conclusión de que se debe seguir investigando acerca de este comportamiento. Los trabajos sobre comportamiento compulsivo abarcan el área de psiquiatría (Zambrano & Hermano., 2009) donde sustentan que las personas con depresión, desórdenes bipolares tienen menos control en sus compras. (Schiffman & Kanuk, 2005), tiene la posición de que el consumo alto es una fijación que puede ser aceptada y explicada socialmente, en contraposición el consumidor compulsivo está en el ámbito de lo anormal, lo que deviene en analizar si hace falta una referencia a la responsabilidad social asociada al consumo. Los resultados arrojan que los factores que componen la escala de comportamiento mencionada, presentan correlaciones importantes por lo que se utiliza la regresión lineal con software Amos, encontrando que 4% de las personas encuestadas en la población de cada uno de los cinco estados analizados afirman que gastan dinero sin control, que el entrar a un centro comercial sienten impulsos por realizar compras, que responden a ofertas que les envían por correo, y que realizan compras contando con poco dinero, esto señala que las variables representan en conjunto la realización de compras por impulso.

### *Comportamiento del consumidor.*

Las necesidades básicas de los consumidores son físicas: alimento, ropa calor y seguridad (Whittaker & Whittaker, 1989, pág. 5), los deseos son moldeados por la sociedad en la que se vive, descritos como objetos que

---

<sup>1</sup> El Dr. Jesús Francisco Mellado Siller es Maestro Investigador de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México (autor correspondiente) [jfmellado@hotmail.com](mailto:jfmellado@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Maestra Edith Reyes Ruiz es Maestra Investigadora de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [edithreyesruiz@hotmail.com](mailto:edithreyesruiz@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Adriana Méndez Wong es Maestra Investigadora de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [amendezwong@hotmail.com](mailto:amendezwong@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. Sofía Mitre Camacho es Maestra Investigadora de la Facultad de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad Autónoma de Tlaxcala [sofiam61@hotmail.com](mailto:sofiam61@hotmail.com)

satisfacen una necesidad, demanda a partir de sus deseos y recursos con productos que den beneficios en cantidad de valor y satisfacción,

De acuerdo con Kotler, los factores que influyen en el comportamiento de compra son: la cultura, en conjunto con las subculturas y la clase social; los factores sociales como grupos de referencia, familia y papeles y estatus; personales tales como edad, fase del ciclo de vida, profesión, situación económica, estilo de vida personalidad y autoconcepto; los factores psicológicos son la motivación, percepción, aprendizaje, creencias y actitudes. (Kotler, Armstrong, Cámara, & Cruz, 2004, pág. 190)

La personalidad se refiere al autoconcepto, los cuales son características psicológicas que originan respuestas consistentes y duraderas; la personalidad se define como los rasgos de confianza en sí mismos, sociabilidad, autonomía, actitud defensiva, adaptabilidad y agresividad. Considerando que de acuerdo a Whittaker, las marcas también tienen cinco rasgos de personalidad que son sinceridad, animación, competencia, sofisticación y resistencia y por ende es factible que los consumidores seleccionen marcas de acuerdo a su personalidad. (Ries & Ries, 2004) ([www.forrester.com/data/consumertechuno](http://www.forrester.com/data/consumertechuno), 2004).

Los comerciantes utilizan: el autoconcepto, llamada también autoimagen, debido a que se considera en el comercio que, las pertenencias contribuyen a formar parte de la identidad y se reflejan en “somos lo que tenemos”. (Whittaker & Whittaker, 1989, pág. 153)

#### *Modelos de comportamiento del consumidor*

Son cuatro los modelos del comportamiento del consumidor: 1) el comportamiento complejo de compra 2) el comportamiento de búsqueda de variedad, 3) comportamiento de compra reductor de disonancias 4) el comportamiento habitual de compra (Kotler, Armstrong, Cámara, & Cruz, 2004, pág. 207), solo uno de los modelos de comportamiento del consumidor de los que describen los autores, es el nivel de clase social, el cual es una división relativamente permanente y ordenada de las sociedades. Cualquier clase social no está determinada por un único factor, es una mezcla de profesión, salario, educación, riqueza y las variables psicológicas que a esto acompañan, en estos términos se puede decir que se presenta una existencia de productos para cada clase social, y cada clase social presenta preferencias por determinadas características de los productos, esencialmente aquellas que impulsen las ventas de los mismos.

#### *Factores Psicológicos*

La percepción es el proceso por el cual las personas seleccionan, organizan e interpretan información para formarse una imagen inteligible del mundo (Whittaker & Whittaker, 1989, pág. 156).

La publicidad utiliza imágenes de sexo, dinero, poder que son los motivadores principales de las emociones humanas, así cuando se realizan acciones la gente aprende y este aprendizaje se da en base a la interacción de impulsos, estímulos indicios, respuestas y reforzamientos; el aprendizaje provoca creencias y actitudes y estas son los sentimientos y tendencias relativamente consistentes en el individuo. Las actitudes son positivas y negativas, de agrado a desagrado hacia las cosas y es difícil modificarlas (Whittaker & Whittaker, 1989, pág. 157).

El proceso de compra inicia con el reconocimiento de necesidades, que a su vez, se inician por estímulos internos, la reacción de los consumidores es obtener información de fuentes personales tales como la familia, amigos vecinos etc., también la obtienen de fuentes comerciantes tales como la publicidad, distribuidores, empaque, vendedores etc., la información también la obtienen de fuentes empíricas; manipulando, examinando y utilizando el producto. Pero son las fuentes personales las que legitiman o evalúan los productos para el comprador.

#### *Medición de comportamiento compulsivo*

Las investigaciones sobre el consumidor, se interesan en la exploración los diversos rasgos respecto a la posesión y el consumo, los cuales van desde el materialismo del consumidor hasta el comportamiento compulsivo del consumidor, pasando por comportamiento de consumo como una fijación. El materialismo, como rasgo de la personalidad es analizado por los medios de comunicación y se designa a las personas con el adjetivo de materialista, esto establece una diferencia entre las personas que consideran las posesiones como algo esencial para la vida, y aquellas para quienes las posesiones son algo secundario, las investigaciones (Schiffman & Kanuk, 2005) han consensado que los individuos materialistas “aprecian la adquisición y la ostentación de objetos”, “son egocentristas y egoístas”, “buscan estilos de vida que impliquen gran abundancia de posesiones” y “sus múltiples

posesiones no les ofrecen mayor satisfacción personal”, entonces, los deseos de llamar la atención, el gusto exacerbado por posesión de objetos, no permiten a estas personas el establecimiento de límites en cuanto a sus posesiones.

De acuerdo con Schiffman en (Schiffman & Kanuk, 2005, pág. 135) el consumo compulsivo está ubicado en el comportamiento anormal, lo considera el “lado obscuro del consumo. Este tipo de consumo es considerada una adicción, que se puede comparar con el apostar, la drogadicción, el alcoholismo, es un afán incontrolable por comprar, que requiere de tratamiento terapéutico, algunas evidencias sugieren que los consumidores recurren al autoobsequio, la compra impulsiva y compulsiva para lograr que un estado de ánimo negativo se convierta en estado de ánimo positivo.

### Metodología

Objetivo: Estudio cuantitativo-explicativo con el propósito principal de determinar factores principales en la escala de medición de compras compulsivas de acuerdo a la estructura de las escalas de medición propuestas por: compras compulsivas de Valence D’astous y Fortier.

Diseño de la investigación: Investigación de corte transversal, utilizando un instrumento que contiene la escala propuesta por Valence Et.al. Realizando análisis de regresión lineal con software Amos.

Muestra: utilizó una muestra de 6,513 participantes residentes en los estados de San Luis Potosí, Estado de México, Coahuila, Hidalgo y Sonora

Instrumento de Medición: cuestionario compuesto de cinco ítems, El cuestionario se diseñó con una escala 1 al 7 tipo Likert, en donde 7 significa “totalmente de acuerdo” y 1 “totalmente en desacuerdo”,

### Resultados

Se realiza un análisis de regresión lineal (Hair, E., Tatham, & Black, 1999) de las variables que componen la escala de Valence, D’Astous y Fortier en compra compulsiva encontrándose los siguientes resultados:

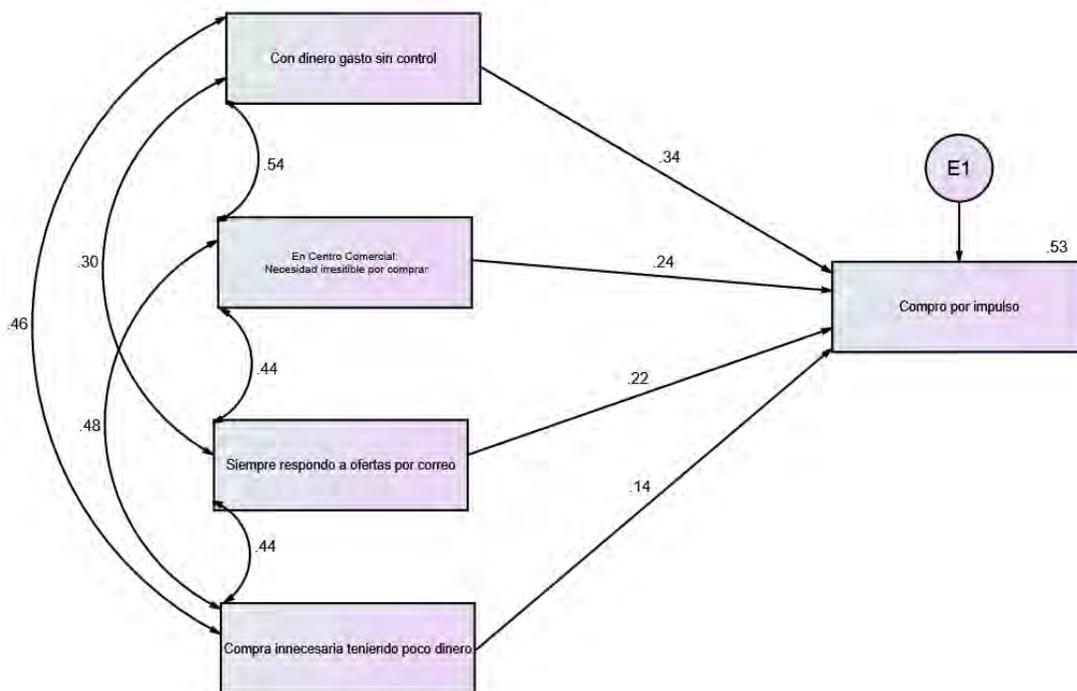
Tabla 1

Peso de regresión estándar	r	p
V1-V4 .34	V3-V2 .54	***
V2-V4 .24	V3-V1 .44	***
V3-V4 .22	V2-V1 .44	***
V4-E .14		
Modelo saturado; compro por impulso =.34 con dinero gasto sin control + .24 en centro comercial: necesidad irresistible por comprar + .44 siempre respondo a ofertas por correo + .44 épsilon		
Covarianza ninguna negativa		
V1= Con dinero gasto sin control		
V2= En centro comercial: necesidad irresistible por comprar		
V3= Siempre respondo a ofertas por correo		
V4= Compra innecesaria teniendo poco dinero		
V5= Compro por impulso		
r <sup>2</sup> 53% de s <sup>2</sup> explicada		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 se encuentran los pesos de regresión que son los efectos que se tienen de las variables independientes sobre la dependiente; también se encuentran las correlaciones entre las variables y son significativas de tipo positivo; las covarianzas encontradas todas son positivas lo que sustenta el modelo. La variable compra para sentirse mejor esta explicada en un 53% por las demás variables. Esto señala el sustento de que el modelo generado por la población encuestada de los 5 estados de la republica presenta los atributos de comprador compulsivo para sentir una mejoría en sus sentimientos.

**Figura 1**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 1 se observa que las correlaciones son significativas, (.54, .44, .44) del tipo positivo entre las variables de la Escala de Valence, D’Astous, y Fortier, donde la población de la muestra dice que cuando traen dinero, las personas gastan sin control, que cuando visitan centros comerciales sienten necesidad irresistible por comprar y que gastan teniendo poco dinero y responden a ofertas que se les hacen por correo, las cargas factoriales ubicadas en las líneas rectas señalan que el coeficiente más pequeño (.14) es decir la variable que aporta menos al Modelo es la compra innecesaria cuando tienen poco dinero, y que el coeficiente más alto es la realización de compras sin control (.34) en general el modelo explica que las variables independientes explican el 53%, de la varianza de la variable dependiente, lo que señala que los sujetos compran por impulso, es decir, las acciones de compra que realizan son nocivas para sí mismos, y para su economía generando una presunta satisfacción a una necesidad de tipo psicológico que dificulta un comportamiento normal.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que en los estados analizados, la población realiza compras por impulso, esto requiere de una aplicación que abarque todo el país para realizar una comparación de manera más apropiada debido a la relevancia del tema de comprador por impulso. Es importante recalcar la importancia que las escalas como la de Valence, D’Astous & Fortier (Valence, 1988), cuya escala permite medir y clasificar a los compradores compulsivos frente a los compradores no-compulsivos, sea el referente para generar escalas que estén adecuadas a la nacionalidad.

## Referencias

- Cala-Mejía, M. F., & Et.al. (2011).  
[http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos\\_hispanoamericanos\\_psicologia/volumen11\\_numero2/articulo\\_4.pdf](http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos_hispanoamericanos_psicologia/volumen11_numero2/articulo_4.pdf). *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología* , 69-78.
- Hair, J. F., E., A. R., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). *Análisis Multivariante (quinta Edición)*. Madrid, España.: Pearson Educación.
- Kotler, P., Armstrong, G., Cámara, I. D., & Cruz, R. I. (2004). *Marketing (Decima Edición)*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Ries, A., & Ries, L. (2004). *The Origin of Brands*. Harper Collins Publishers, Inc.
- Sarabia, S. F., & Et.al. (s.f.). Analisis de Comportamiento de Consumidor y Propuesta de Escala para medir comportamiento impulsivo.
- Schiffman, L. G., & Kanuk, L. (2005). *Comportamiento del Consumidor (Octava Edición)*. México: Pearson Educacion.
- Whittaker, J. O., & Whittaker, S. J. (1989). *Psicología*. México: McGraw-Hill, Interamericana de México.
- [www.forrester.com/data/consumertechuno](http://www.forrester.com/data/consumertechuno). (julio de 2004).
- Zambrano, F. T., & Hermano., T. (2009). Cognitive Restructuring for Compulsive Buying. *Revista Brasileira de Psiquiatria* , 76-81.

## La Innovación y los negocios caso Saltillo

Dr. Jesús Francisco Mellado Siller<sup>1</sup>, Dra. Adriana Méndez Wong<sup>2</sup>,  
M.PL. Edith Reyes Ruiz<sup>3</sup> y Dra. Sofía Mitre Camacho<sup>4</sup>

### Resumen

El presente trabajo se refiere a la innovación y las ventas internacionales de los negocios caso Saltillo, Coahuila. Para los mercadólogos un punto importante es la satisfacción del cliente, teniendo también en cuenta el incremento de las ventas y la participación en el mercado sabiendo de antemano que son señales para un buen desempeño del negocio, acompañada de la innovación que no es exclusiva de los productos tangibles o servicios, pudiendo naturalmente extenderse al propio proceso, a la organización o al mismo marketing. Se encuentra que la percepción de los empresarios en la realización de innovación es muy importante para que las empresas logren incrementar sus ventas en mercados internacionales.

**Palabras clave:** Innovación, productos, servicios, mercados internacionales, negocios.

### Introducción

El presente trabajo son los resultados preliminares del instrumento de FAEDPYME 2011, correspondientes a los efectos de la innovación en los porcentajes de las ventas internacionales; utilizando una muestra de 483 sujetos se realiza un análisis de ANOVA para la comparación de las variables.

### Objetivos

Determinar cómo interviene la realización de Innovación en Productos/Servicios existentes en los porcentajes de ventas internacionales realizados por empresarios de la ciudad de Saltillo, Coah.

### Pregunta de Investigación

¿La realización de Innovación en productos/servicios existentes contribuye en que los porcentajes de ventas internacionales aumenten o disminuyan en los empresarios de la ciudad de Saltillo?

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### Mercadotecnia

En un contexto de negocios más estrecho, la mercadotecnia incluye el establecimiento de relaciones mutuamente beneficiosas, con valor agregado con los clientes. Por lo tanto, la mercadotecnia es el proceso mediante el cual las compañías crean valor para sus clientes y establecen relaciones sólidas con ellos para obtener a cambio valor de éstos. Al crear valor para los consumidores, las empresas captan el valor de los consumidores en forma de **ventas**, ingresos y utilidades a largo plazo del cliente. (Kerlinger & Lee Howard, 2002)

#### Objetivos de la organización.

Las decisiones de un gerente se guían en que tan bien la organización cumple con sus objetivos. Los ejemplos de las clasificaciones más populares utilizadas para medir el desempeño de una organización son: Las empresas con Mejor Rendimiento de Fortune y de Fortune 500 están determinadas por resultados financieros, incluyendo, por ejemplo, las utilidades, el rendimiento sobre los ingresos y el rendimiento sobre

---

<sup>1</sup> El Dr. Jesús Francisco Mellado Siller es Maestro Investigador de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México (autor correspondiente) [jfmellado@hotmail.com](mailto:jfmellado@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Adriana Méndez Wong es Maestra Investigadora de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [amendezwong@hotmail.com](mailto:amendezwong@hotmail.com)

<sup>3</sup> La Maestra Edith Reyes Ruiz es Maestra Investigadora de la Facultad de Mercadotecnia en la Universidad Autónoma de Coahuila, México [edithreyesruiz@hotmail.com](mailto:edithreyesruiz@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. Sofía Mitre Camacho es Maestra Investigadora de la Facultad de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad Autónoma de Tlaxcala [sofiam61@hotmail.com](mailto:sofiam61@hotmail.com)

el capital contable de los accionistas; el crecimiento de las utilidades en uno, cinco y 10 años y los ingresos por empleado, los ingresos por dólar de activos y los ingresos por dólar de capital contable. Las 100 mejores Empresas para trabajar de Fortune son elegidas por las respuestas que dan miles de empleados seleccionados al azar a un cuestionario denominado el índice de Confianza del Mejor Lugar para Trabajar, y a materiales contestados por miles de gerentes de empresas, incluyendo una auditoría de la cultura corporativa creada por el Instituto del Mejor Lugar para Trabajar, y un cuestionario de recursos humanos diseñado por Hewitt Associates, una empresa consultora en compensación y prestaciones. Las Fábricas Mejor Dirigidas de Industry Week son determinadas por logros y demostraciones organizacionales de destrezas administrativas superiores en las áreas de rendimiento financiero, innovación, liderazgo, globalización, alianzas y asociaciones, prestaciones y educación para los empleados, y participación en la comunidad. El índice de Satisfacción del Cliente Estadounidense mide la satisfacción de los clientes con la calidad de los bienes y servicios disponibles para los consumidores nacionales de Estados Unidos, y después vincula los resultados con los rendimientos financieros. (Robbins & Coulter, 2005)

Para los mercadólogos la satisfacción del cliente, el incremento de las ventas y participación en el mercado son señales de un buen desempeño del negocio.

### **Innovación:**

La Real Academia Española define a la Innovación como la acción y efecto de innovar. Creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. (Española, 2014)

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) define la innovación como la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Otra definición de innovación es la que se presenta en la Ley de Ciencia y Tecnología: “Generar un nuevo producto, diseño, proceso, servicio, método u organización o añadir valor a los existentes” (IMPI, 2014). La innovación no es exclusiva de los productos tangibles o servicios, pudiendo naturalmente extenderse al propio proceso, a la organización o al marketing. No obstante, aunque no sea fácil reunir un concepto universal para la innovación, parecen no restar dudas de que su importancia es tal que permite a la empresa construir en el presente las bases de su desarrollo futuro, independientemente del suceso pasado. (Barbosa de Sousa & Dominique-Ferreira, 2012)

Hasta las últimas décadas del siglo XX, la innovación se asociaba fundamentalmente a la tecnología, a pesar de que el economista J. Schumpeter ya se refería a todo tipo de innovación en 1911. Las innovaciones tecnológicas han prevalecido sobre todas las demás, tanto por sus efectos en nuevos productos como en nuevos procesos. Si tomamos el caso de España, por ejemplo, son muy pocas las empresas que realmente llevan a cabo actividades de Investigación y Desarrollo. En cambio, muchas pequeñas y medianas empresas, innovan. Realizan desarrollos inéditos en su sector o en su área de influencia y emprenden nuevas ideas y nuevos proyectos, en su país o en el extranjero, aplicando ideas originales o inspiradas en las mejores prácticas de otras empresas o de otros sectores. Generalmente, los países han ido aumentando su competitividad por la innovación derivada, no solo del aumento del conocimiento tecnológico sino también de conocimientos comerciales y gerenciales. La innovación se aborda como una manifestación empresarial de amplio alcance, capaz de convertir en riqueza distintos tipos de conocimientos. La innovación, en este concepto amplio, representa una nueva manera de hacer las cosas que resulta en un cambio positivo para la empresa y para sus clientes. La innovación sería todo cambio basado en conocimiento que generara valor, tanto de la propia empresa como de su oferta. En el primer caso contribuiría a mejorar la cuenta de resultados y, como producto final, su valor de empresa; en el segundo, aumentaría la cuota de mercado o los precios de venta. El cambio es la vía para la innovación. En cualquier empresa ese cambio podrá tener lugar, entre otros aspectos, en sus productos y servicios, en sus procesos de producción y de logística, en su forma de organizarse o en la manera de relacionarse con sus clientes y proveedores. (Barbá, 2011)

Ciertamente, la innovación es una de las palabras que más atención merece por parte de los académicos y los empresarios del mundo de los negocios, junto con el propio espíritu emprendedor, dejando en el aire la promesa de abrir todas las puertas y nuevos mercados, posibilitando una mayor eficiencia en las empresas y en el crecimiento económico. (Sarkar, 2010).

Innovar, ¿es hacer cosas nuevas? Sí, pero no. La empresa que de forma sistemática se pone al día imitando las mejores prácticas de otras firmas de referencia, puede llegar a emprender muchas iniciativas sin ser innovadora. Una empresa es innovadora en la medida que aporta novedades a su mercado de referencia. Un programa de cambio hacia la innovación requiere competencias de grupo además de individuales. La empresa requiere un equipo fuerte que lidere el cambio para superar las rigideces mentales y organizativas o el conformismo, dos obstáculos institucionales contra la innovación. (Vilá & Muñoz-Nájar, 2007)

La innovación es el proceso a través del cual la empresa genera nuevos o mejorados productos y/o procesos productivos, o nuevas formas de organización o comercialización con el objetivo de adaptarse al entorno y generar ventajas competitivas sostenibles. Los diferentes tipos de innovaciones son: **Innovación de productos** que consiste en ofrecer al mercado un producto nuevo o mejorado. Puede referirse a variaciones en los materiales, variaciones en el diseño o nuevas funciones de producto. También puede consistir en mejorar su fiabilidad o un cambio en la percepción del cliente. El objetivo de la innovación de producto normalmente es mejorar la calidad y la imagen de marca de la empresa. La **innovación de proceso** es la que consiste en mejorar el proceso productivo de la empresa. Es una nueva forma de trabajar. Se realiza mediante la implantación de nueva maquinaria, nueva organización en el proceso productivo o una variación del mismo. Normalmente, persigue el objetivo de reducir costos en la empresa. La **innovación en métodos de gestión** es la que comprende las innovaciones realizadas en el ámbito comercial (incluido el marketing) financiero y organizativo. La **innovación radical** la cual consiste en nuevos productos o procesos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes. (López Nielgo, Montes Peón, & Vásquez Ordás, 2007).

El comercio en el mundo es más viejo que los registros históricos, ha evolucionado a través de las eras como respuesta a necesidades cambiantes impulsadas por cambios en la tecnología. Conforme la civilización progresa, en el mundo, el comercio se ha vuelto más organizado y productivo. El de comercio internacional se ha multiplicado a partir de la segunda guerra mundial y ha agregado dimensiones a la actividad económica. Es David Ricardo (Subhash, 2002) el que sienta las bases del concepto de los costos relativos o comparativos como base del comercio internacional.

## METODOLOGIA (Salkind, 1999)

### **Sujetos.**

El resultado del trabajo empírico se basa en que la muestra utilizada en el presente trabajo es de 483 empresas mPyme dirigidas a los gerentes de las empresas la forma de aplicación de encuesta fue la visita a los negocios de la ciudad de Saltillo.

### **Instrumento.**

El instrumento aplicado, es la encuesta Faedpyme 2011, la cual obtuvo una fiabilidad, en su tropicalización, con alfa de Cronbach's obteniendo un resultado de 0.81 con el paquete estadístico Statistical Product and Service Solutions (SPSS). (Visauta, 2007)

### **Diseño.** (FAEDPYME, 2011)

Se realiza un diseño de prueba de diferencia de medias utilizando las varianzas, ANOVA, este proceso se realiza con variables cuantitativas divididas por grupos que son determinados por una variable categórica. Para el presente trabajo se utilizó el cambio de escala de tipo numérica a tipo ordinal del ítem cambios o mejoras en productos/servicios existentes que de escala de 1 a 5, se transformó en tres categorías, que son: nada importante, neutral y muy importante. Cabe mencionar que esta variable pertenece al Bloque IV que es el de Tecnología, Calidad, Innovación y Tics, esta es la variable independiente. Así el resultado de la transformación permite que se realice un análisis con la variable dependiente porcentaje de ventas en mercados internacionales, que forma parte del Bloque I correspondiente a datos Generales.. La aplicación de Anova requiere de comprobar dos supuestos fundamentales el de normalidad y el supuesto de homocedasticidad.

## RESULTADOS

Se realiza un análisis de varianza (ANOVA) (Visauta, 2007) para averiguar si la realización de innovación tomando en cuenta los cambios o mejoras en productos o servicios existentes; permiten aumentar el porcentaje de ventas en mercados internacionales, en las pequeñas y medianas empresas (mPyme), se utiliza un contraste Post-hoc con el criterio de Tukey (Webster, 1996, págs. 608-611) y el método de Games-Howell encontrándose los siguientes resultados:

Tabla 1 ANOVA

### Porcentaje Ventas en Mercados Internacionales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9119.774	2	4559.887	7.336	.001
Dentro de grupos	223771.488	360	621.587		
Total	232891.262	362			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 el valor crítico (P) es menor a 0.05 por lo que se rechaza hipótesis de igualdad de medias de las poblaciones definidas por la variable cambios o mejoras en productos o servicios existentes, sobre la variable porcentaje de ventas en mercados internacionales lo que **muestra que las variables no presentan los mismos valores en sus grupos de medias.**

Tabla 2

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Ventas en Mercados Internacionales

	(I) Importancia de Innovación en Prod/servs (agrupado)	(J) Importancia de Innovación en Prod/servs (agrupado)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	1 Nada Importante	2 Neutral	-10.011	5.981	.217
		3 Muy Importante	3.823	5.203	.743
	2 Neutral	1 Nada Importante	10.011	5.981	.217
		3 Muy Importante	13.833*	3.622	.000
	3 Muy Importante	1 Nada Importante	-3.823	5.203	.743
		2 Neutral	-13.833*	3.622	.000
Games-Howell	1 Nada Importante	2 Neutral	-10.011	8.132	.441
		3 Muy Importante	3.823	6.741	.839
	2 Neutral	1 Nada Importante	10.011	8.132	.441
		3 Muy Importante	13.833*	4.888	.017
	3 Muy Importante	1 Nada Importante	-3.823	6.741	.839
		2 Neutral	-13.833*	4.888	.017

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 presenta las comparaciones múltiples del criterio de HSD Tukey (Webster, 1996) y de Games-Howell muestran que los resultados de las comparaciones de las medias entre los grupos, que forma la variable cambios y mejoras en los productos o servicios, de la variable dependiente porcentaje de ventas en mercados internacionales las medias significativas corresponden a los grupos realización de innovación con

las medias altas de porcentaje de ventas en mercados internacionales. **Esto señala que en la percepción de los empresarios la realización de innovación es muy importante para que las empresas logren incrementar ventas en mercados internacionales, es decir los empresarios de Saltillo, tienen el conocimiento de que es importante primero innovar en productos/servicios para incrementar las ventas internacionales.**

### Conclusiones

Se puede plantear que desde la perspectiva de los mercados internacionales, existe la facilidad de decidir entre cuál de todos los países del mundo, podrá un negocio tener las intenciones de expandirse pero, para ello, cada empresa deberá identificar sus propios objetivos, y trabajar teniendo en cuenta los contrastes económicos culturales y políticos que son totalmente divergentes entre la diversidad de culturas. Estos contrastes representan para un mercadólogo la necesidad de emplear criterios útiles para analizar el mercado mundial y así poder determinar qué producto/servicio tiene alta probabilidad de éxito.

En los análisis del instrumentos de FAEDPYME, que se han venido realizando en el estado de Coahuila, específicamente en la ciudad de Saltillo, Coah., se combinan dos de los bloques de este instrumento, y se encontró que salvadas las dificultades de asimetría y heterocedasticidad los resultados presentan en opinión de los empresarios; que primero se debe considerar la importancia sobre si se ha realizado innovación, y que esto tiene como consecuencia el aumento de ventas de tipo internacional, lo que aquí se compara con los resultados es lo que la teoría bibliográfica de marketing internacional sustenta (Subhash, 2002).

Los productos están a nuestro alrededor, y sin embargo, no es siempre fácil definir con precisión lo que es un producto. La dificultad está en el hecho de que un producto puede tener un significado distinto para las personas en diferentes países.

Considerando lo anterior es factible que para los empresarios de Saltillo, la decisión para la exportación de un producto deberá tomarse en función de un análisis y revisión cuidadoso de la naturaleza y amplitud de la línea de productos/servicios que la empresa ofrece; también debe determinar cuáles son las posibilidades de desarrollo e innovación de esos productos.

Lo importante de todo es que innovación no se puede separar del concepto de exportación, y específicamente de ventas de tipo internacional; La planificación de un producto en el contexto internacional requiere de pasos bien determinados por el mercado y por el propio producto/servicio.

Basado en los objetivos corporativos, de cualquier negocio, se debe tener claro que los objetivos de un producto/servicio pueden ser diferentes en distintos países, la oferta del producto también debe ser analizada, es decir, el análisis de la innovación deben realizarse aun antes de que se desee ingresar a los mercados internacionales.

Una empresa innovadora, que requiera de tener o aumentar ventas internacionales debe definir primero su propósito de negocios fundamentada en los objetivos a los que va su producto/servicio, tanto de la corporación en su propio país, como del país anfitrión.

La definición de producto/servicio debe tener la amplitud suficiente para incluir necesidades y logros. El producto se debe definir como un paquete de atributos que satisfacen la demanda de un cliente. Puede ofrecerse la forma de un artículo tangible, un servicio ideal. En otros términos los clientes no sólo compran productos en el sentido físico, sino que comparan la satisfacción que se deriva de los atributos del producto/servicio, este hecho tiene importante ramificaciones para definir los objetivos del producto/servicio.

La planificación del producto/servicio generalmente está ligada a los objetivos del producto y éstos nacen en el país anfitrión, por lo tanto, los objetivos de la corporación que quiere exportar deberán definirse en términos de actividades tales como los indicadores financieros, la posición deseada y los dos en conjunto.

Siempre los objetivos de un país al que se desea exportar se encuentran en polos opuestos a los de la compañía que quiere exportar, sin embargo en cualquier mercado mundial, ninguna compañía puede esperar tener éxito sin alienarse a las necesidades del país anfitrión en los referente a productos/servicios..

Para finalizar es importante comprender que sin la innovación en cualquier tipo de empresa difícilmente ésta podrá incorporarse a los mercados internacionales. Así la respuesta a la pregunta es que la innovación en los productos/servicios aumenta los porcentajes de ventas internacionales

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbá, E. (2011). *Innovación: 100 consejos para inspirarla y gestionarla*. Libros de cabecera.
- Barbosa de Sousa, B. M., & Dominique-Ferreira, S. (2012). La innovación de los procesos. Diferenciación en los servicios turísticos. *Estudios y perspectivas en turismo*, 21(4).
- Española, R. A. (2014). Recuperado el 26 de Noviembre de 2014, de <http://www.rae.es/>
- FAEDPYME. (2011). *Análisis Estratégico para el Desarrollo de la MPYME en Iberoamérica. (Informe MPYME iberoamérica 2011 FAEDPYME)*. Cartagena, España: Universidad Politécnica de Cartagena.
- IMPI, I. M. (2014). *SECRETARIA DE ECONOMIA*. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de <http://www.impi.gob.mx/>
- Kerlinger, f. N., & Lee Howard, B. (2002). *Comportamiento, Métodos de Investigación en Ciencias Sociales Cuarta Edición*. México: McGraw-Hill.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2007). *Marketing. Versión para Latinoamérica*. Mexico: Pearson.
- López Nielgo, N., Montes Peón, J., & Vásquez Ordás, C. J. (2007). *Cómo gestionar la innovación en las pymes*. España: Netbiblio, S.L.
- Maldonado, G. G., & Martínez, d. I. (2013). *Crecimiento y Permanencia en las Organizaciones (3a. Edición)*. Aguascalientes, Ags.: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de Mercados (5a Edición)*. México: Ed. Pearson Prentice Hall.
- Nunnally Jum, C. (1987). *Teoría Psicométrica*. México: Ed. Trillas.
- Robbins, & Coulter. (2005). *Administración*. México: Pearson.
- Salkind, N. J. (1999). *Métodos de Investigación (3a. Edición)*. México: Ed. Prentice Hall.
- Sarkar, S. (2010). *Emprendedurismo e Innovación*. Lisboa: Escolar Editora.
- Subhash, C. J. (2002). *Marketing Internacional (6a Edición)*. México: Ed thomson.
- Vilá, J., & Muñoz-Nájar, J. A. (2007). El sistema de Innovación: competencias organizativas y directivas para innovar. *IESE Business School*, 2-3.
- Visauta, V. B. (2007). *Análisis Estadístico con SPSS (3a Edición)*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Webster, A. L. (1996). *Estadística Aplicada para Administración y Economía (2a. Edición)*. España: Ed. Irwin.

# Implementación de la metodología LEAN en un departamento de servicios informáticos

José Antonio Méndez Bañuelos<sup>1</sup> Lorenzo Salgado García<sup>2</sup> Lucero Cuatepotzo Sánchez<sup>3</sup>

**Resumen**— El objetivo de esta investigación, es la implementación de la metodología Lean, en un departamento de servicios. La metodología Lean (*Lean Manufacturing*) tiene ya tiempo demostrando su efectividad en áreas de manufactura, y poco se ha estudiado en áreas de servicio, por lo cual es notorio comprobar su eficiencia en un sector de estas características. Este trabajo inicia con reconocer las bases teóricas de esta metodología, y su implementación en un departamento de servicios informáticos de una empresa proveedora de auto-partes. A través de los procesos utilizados, se muestran los indicadores principales de incremento en la productividad. Se hizo un estudio medido en tiempos de respuesta a las solicitudes de usuarios, un análisis y seguimiento de resultados, y finalmente visualizamos el éxito en su implementación.

**Palabras clave**— Metodología Lean, mejora, procesos, servicios, clientes.

## Introducción

Las metodologías de manufactura se han convertido en un asunto de vital importancia para la industria durante los últimos años, esto debido a la calidad y rapidez con la que los clientes requieren la entrega de productos y servicios. En este sentido, se han utilizado nuevas metodologías con el fin de crear un ambiente de mejora continua en los procesos y las personas, los cuales son la parte central para diseñar, planificar, producir y entregar productos al cliente final.

Dicha metodología se encuentra ya comprobada en los procesos mediante los cuales se generan productos (un auto, un reloj), sin embargo, es necesario decir que es muy escasa su aplicación en diferentes empresas que prestan servicios, como por ejemplo en aquellas enfocadas a la administración, la construcción o la sanidad.

## Descripción del Método

Dentro del campo de metodologías de manufactura encontramos a Lean Manufacturing, o “producción esbelta”, que tiene como propósito llevar a cabo “aquello y sólo aquello que es preciso para entregar al cliente, lo que éste desea realmente, en la cantidad que desea y justo cuando lo desea, a un precio competitivo.” (Cuatrecasas, 2010).

La metodología Lean, promueve la búsqueda de desperdicios en los procesos y la eliminación de los mismos, pues es así como se pueden minimizar los costos; además, la metodología posee un carácter flexible que le permite ajustarse a los sistemas productivos en los que quiera ser aplicada.

Los autores (Womack & Jones, 1996), indica que las características principales de Lean Manufacturing son: calidad perfecta a la primera, minimización del desperdicio, mejora continua, procesos “pull”, y flexibilidad.

Acorde con Cuatrecasas (2010), Lean Manufacturing no es solo una manera más eficiente de gestionar los procesos de una empresa, sino que es una nueva forma de pensar, planificar y decidir, basada en el cliente como objetivo principal y centrada en todo lo que genera valor desde el punto de vista del mismo cliente, reduciendo al máximo la larga serie de actividades que en el mundo tradicional se llevan a cabo. Por lo tanto, es de vital importancia disponer de toda la información, jerarquizada y clasificada acerca de los clientes, sus necesidades y requerimientos, aunque estos no los manifiesten conscientemente.

La metodología utiliza varias herramientas de gestión de carácter visual, así como conceptos propios, que continuación se describen.

---

<sup>1</sup> José Antonio Méndez Bañuelos, es Profesor investigador de la Facultad de Contaduría Pública de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Correo: cpantoniomendez@gmail.com

<sup>2</sup> Lorenzo Salgado García, es profesor investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. Correo: economiasalgado@yahoo.com.mx

<sup>3</sup> Lucero Cuatepotzo Sánchez, es Coordinadora de la licenciatura en negocios internacionales de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. Correo: unitlax12@hotmail.com

- a) Mapa “SwimLane”: Es una de las herramientas más utilizadas por esta metodología, la cual se encarga de realizar una descripción de todas aquellas actividades que son necesarias en un negocio para el diseño, la elaboración y la producción de un producto. Mediante el “mapeo” de dichas actividades se obtiene una visualización completa del flujo.
- b) Para Rajadell (Rajadell, 2010), las 5’s son un puente que conduce a otras mejoras, ya que a partir de esta técnica hay que seguir adelante con los cero defectos, la reducción de costos y otras actividades de mejora.
- c) Eliminando el desperdicio e incrementando la cantidad de actividades que agregan valor. Un Kaizen consiste en actividades a corto plazo que se enfocan a mejorar cierto proceso.  
De acuerdo con Miller, esta herramienta consta de 4 pasos (Miller, 2014):
1. Planear: Identificar una necesidad, planear equipos y determinar objetivos específicos, medibles, alcanzables, realistas y basados en el tiempo. Además de recolectar datos y realizar las actividades de Kaizen.
  2. Hacer: Mantener el Kaizen, implementar mejoras y recomendaciones.
  3. Checar y
  4. Actuar: Realizar reportes de resultados y controlar la mejora. Si se obtuvieron resultados deseables, estandarizar el proceso si no, mejorarlo.
- d) Just in time: El objetivo del *Just in Time* es lograr incorporar el tiempo como un factor relevante para obtener una mayor ventaja competitiva en la entrega de productos o servicios, con esto reducir costos y mejorar la productividad. Con esto, cada proceso debe entregar su producto al proceso-cliente siguiente, en la cantidad y momento que este precise, de forma que, incidiendo en el aspecto temporal, no sea antes ni después.
- e) Pull: Se refiere a la producción de un producto o servicio, el cual según la metodología Lean Manufacturing debe ser influenciado directamente por el cliente, produciendo justo las cantidades requeridas, reduciendo los inventarios, a su vez, facilitando mecanismos que permitan circular la información sobre la demanda desde el punto de vista de contacto con el cliente.
- f) Diagrama SIPOC

Este diagrama, de acuerdo con Teodora Bozheva, (Bozheva, 2011), permite comprender de una forma general y sencilla el funcionamiento de un proceso y los diferentes actores que intervienen en él, mismos que son:

- Proveedores - Supplier
- Entradas - Input
- Proceso – Process
- Salidas - Output
- Clientes - Customers

Los diagramas SIPOC no necesariamente proporcionan ayuda para entender qué factores se necesitan cambiar en el proceso, para eso es necesario utilizar otro tipo de ayuda visual.

- g) Diagrama de pescado de Ishikawa: Para el autor Escalante (Escalante, 2008) Es un esquema que muestra las posible causas clasificadas de un problema. En un proceso productivo, el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los siguientes factores que intervienen en cualquier proceso de fabricación:
- Métodos: procedimientos por usar en la realización de actividades.
  - Mano de obra: la gente que realiza las actividades.
  - Materia prima: el material que se usa para producir.
  - Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos.
  - Medio: las condiciones del lugar de trabajo.
  - Maquinaria y equipo: los equipos usados para producir.

Este diagrama se basa en un proceso de generación de ideas llamado “lluvia de ideas”.

- h) Los cinco porqués: El método de los cinco porqués como fundamental para explicar los problemas a fin de descubrir cuál es su causa raíz para eliminarla totalmente, así como para habituar a las personas a “meterse” en el problema y encontrar respuestas a las preguntas (Galgano, 2004).
- i) El proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) es un método de solución de problemas, debido a sus fases bien definidas, las cuales guían lógicamente a un equipo de trabajo desde la definición del problema a estudiar hasta la implementación de las soluciones encontradas a través de la causa raíz. (George, Rowlands, & Kastle, 2003)

### Metodología

El departamento de servicios informáticos, donde se desarrolló este trabajo de investigación, se encuentra dentro de una organización multinacional de auto-partes en Puebla, Pue., y su principal relación es con los concesionarios de dicha organización. Formado por cuatro personas y un coordinador, laborando de lunes a viernes de 9 am a 6 pm.

Dentro de sus actividades se encuentra el soporte técnico, en la modalidad de “call center”, donde los usuarios de los sistemas reportan directamente los incidentes de soporte a especialistas que los canalizan a los diferentes grupos o personas que pueden darles solución directamente; estos incidentes se denominan: “tickets”.

De acuerdo con (Sharp, 2003), el propósito principal de un call center es atender las necesidades de los clientes, volviendo a las organizaciones totalmente “orientadas al cliente”.

Para este estudio, se muestran una variedad de herramientas gráficas y textuales que permiten medir los indicadores del proceso estudiado, con esto se sientan las bases de las siguientes fases en el DMAIC, razón por la cual es necesario asegurarse de que se ha definido y entendido todo a la perfección, desde los datos que se recolectan pasando por la metas del proceso. Es muy importante que en esta fase Medir, no quede ninguna variable “al aire” y que no existan actividades, indicadores o sub-procesos que no han sido tomados en cuenta.

Por último, se presentan comentarios obtenidos mediante entrevistas y que son la opinión de los clientes del proceso estudiado, mismas que se han redactado tal y como han sido escuchadas, sin ser modificadas por parte del autor de este trabajo.

Para la realización del diagrama SIPOC se llevó a cabo un proceso de observación, tomando 16 horas laborales del departamento estudiado y verificando cada acción que cada uno de los integrantes del equipo realizaba.



Figura 1. Diagrama SIPOC – Proceso de Solución a Tickets. Fuente: elaboración propia

Se plantearon las siguientes preguntas con el fin de responderlas mediante el diagrama SIPOC una vez concluido el proceso de observación:

- ¿Cuál es el proceso que siguen los integrantes del DSI para resolver los tickets que les son asignados?
- ¿Cuánto tiempo tarda cada uno en resolverlos?
- ¿Cuáles son las entradas y salidas del proceso?
- ¿Qué esperan los clientes acorde con el DSI del proceso de solución de tickets?

La segunda fase de la metodología consistió en aplicar un cuestionario a los clientes, a efecto de medir su satisfacción respecto al servicio solicitado.

La muestra elegida es no probabilística del tipo intencional, con entrevistas realizadas a 15 clientes localizados en distintas partes de la república mexicana, a quienes se les preguntó que pensaban acerca del tiempo de solución de sus tickets. Los clientes fueron escogidos aleatoriamente de una población de 300 clientes. Se ha seleccionado el proceso de Solución a Tickets para ser estudiado, ya que representa una queja habitual de los clientes para con el DSI,

sobre todo en cuanto al tiempo de respuesta en que sus tickets son solucionados, pues es una percepción general que la mayoría de las ocasiones se rebasa la meta actual de máximo 240 minutos (4 horas), en tiempo de solución (definida por el Departamento de Servicios Informáticos (DSI), esto representa para los clientes una gran pérdida de tiempo, recursos paralizados (software y personas), así como disgustos y entorpecimiento de sus labores diarias.

Del cuestionario, se obtuvieron los siguientes comentarios:

Los tiempos de respuesta son largos.  
Capaciten, monitoreen y mejoren, evalúen los tiempos de respuesta.  
Tardan mucho en contactar para dar el seguimiento.  
Es mucho el tiempo que se toma para que regresen la llamada, pero la atención brindada es excelente.  
Que se agilicen los tiempos de respuesta ya que se tardan hasta más de 3 días en poder resolver un problema; máximo considero fueran 2 días.  
Que al momento de levantar el ticket no se tarden mucho tiempo en regresar la llamada, ya que luego urge que se solucione el problema lo antes posible.  
Se me hace muy burocrático el proceso y algo tedioso.  
Se necesita un proceso más rápido.

Me gustaría que la respuesta fuera más rápida, el mismo día si fuera posible.  
Tiempo de respuesta a las 24 horas.  
El proceso de reporte de tickets y la amabilidad con que nos apoyan en la solución del mismo es muy bueno, solo que el tiempo entre que se levanta el incidente y que nos contacten de parte del especialista es un poco tardado.  
Ojalá pudieran reducir el tiempo de respuesta a uno o dos días máximo.  
Es necesario agilizar los tiempos de respuesta de cuando se levanta un ticket, ya que a veces urge resolver temas que no pueden esperar.  
Todo muy bien solo que el personal del área técnica tardan en atenderte por su carga de trabajo.

En cada uno de los tickets que se resuelve, se obtiene el tiempo en minutos que el especialista tardó en solucionarlo, esta medición se realiza de forma automática mediante un software, lo cual tiene la ventaja de ser completamente transparente para cada integrante del departamento y además asegura que los resultados sean fiables.

La medición del tiempo de respuesta por ticket, se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo de Respuesta por Ticket} = \text{Hora de Asignación del ticket} / \text{Hora de Solución del Ticket}.$$

Es decir, si un ticket fue asignado hacia el DSI a las 14:20 horas y fue resuelto (mediante una marcación en el software usado) a las 17:50 horas, entonces el tiempo de respuesta para ese ticket es de 210 minutos. Al finalizar cada mes se promedian todos los valores obtenidos en el mismo, con el fin de obtener un indicador mensual.

Como se mencionó anteriormente, la meta planteada en este indicador es de un tiempo de solución de tickets mensual menor o igual a 240 minutos (4 horas). La tabla 1, muestra una gráfica donde se visualizan los promedios obtenidos para los tres meses anteriores a la realización del presente trabajo.

2015	Número total de tickets solucionados	Tiempo de respuesta promedio (minutos)
Sep	623	455
Oct	542	342
Nov	483	277

Tabla 1. Tiempo de solución a tickets para Sep, Oct. y Nov. 2015. Fuente: elaboración propia

Por su parte, esta tabla 1 nos permite comprender los últimos tres meses de medición de este proceso, donde podemos notar la falta de estandarización en cuanto al tiempo de respuesta, pues los promedios del indicador se encuentran fuera de la meta para todos los meses y existe una gran cantidad de tickets que sobrepasan el tiempo promedio de solución para esos mismos meses, algunos incluso llegaban a exceder los 400 minutos de solución.

Desde este punto del estudio se nota ya una marcada variación en el proceso, lo cual permite comprobar las aseveraciones que se encontraron en la Voz del Cliente, es decir, los tiempos de respuesta pueden ser: pequeños o muy grandes.

## Resultados

Un indicador que surge del proceso “Solución de tickets” es el que mide la calidad de la solución del ticket que fue dada por el especialista del Departamento de Servicios Informáticos (DSI), su función es mostrar que tan buena fue la respuesta provista por el especialista para resolver el ticket, es decir, si realmente con las acciones tomadas o recomendadas por el especialista hacia los clientes lograron resolver exitosamente el problema por el cual se pidió el apoyo.

Este indicador se obtiene realizando una encuesta mensual a todos los clientes atendidos mediante la siguiente pregunta y con las respuestas en escala Likert:

En su opinión ¿La calidad de la respuesta que le proporcionó el especialista para solucionar su problema fue?

Excelente – Buena – Regular – Mala – Muy Mala

Una vez obtenidas las respuestas, se procede a evaluarlas mediante el método Top Two Box, se evalúa la suma de las variables superiores, en este caso: Excelente y Buena.

2015	Porcentaje de clientes que consideró la calidad de la respuesta dada como Excelente o Buena
Sep	90%
Oct	92%
Nov	92%

Tabla 2. Resultado del indicador Calidad para los meses de Sep, Oct. y Nov. 2015. Fuente: elaboración propia

Hipótesis de la causa del problema: Los especialistas del DSI no cuentan con una organización detallada de manuales y guías que les sirvan de apoyo en la solución de los tickets, haciendo que cada ticket sea de una solución diferente, es decir, aquellos donde la infraestructura de informática es menos conocida para el especialista seguramente tardará más tiempo en dar con una solución satisfactoria, algo parecido sucede con sistemas que son reportados en tickets y que se ocupan esporádicamente, pues los especialistas del DSI no han documentado la soluciones de problemas anteriores que pudieran verificar como apoyo. En el caso de que el especialista no encuentre una solución de forma rápida tendrá que iterar entre diversas soluciones, haciendo que la complejidad del ticket correspondiente se incremente. Una hipótesis más se refiere a la falta de comunicación entre especialistas, pues no comparten en el día a día las soluciones que encuentran hacia los problemas en los sistemas de los clientes, así como que pocas veces se realizan lluvias de ideas o procedimientos similares para solucionar un ticket de un grado de dificultad alto.

### Lluvia de ideas

Se realizaron los siguientes puntos:

- Una junta con el DSI para que cada especialista pudiera expresar su sentir respecto a los problemas encontrados en el proceso.
- No se pidió a los especialistas expresar las soluciones detalladas que creyeran pertinentes para llevar la medición de la solución de los tickets a alcanzar la meta, sino más bien se les pidió aportar ideas para construir en un futuro cercano una serie de mejoras o entender aún mejor el proceso tal y como se lleva a cabo hasta ahora.
- Se solicitó comentar libremente cualquier aspecto que se considere relevante para el proceso analizado aunque no todo el equipo del DSI estuviera de acuerdo o los comentarios parecieran “fuera de lugar”.
- Con todos los comentarios se realizó un diagrama de lluvia de ideas para formar un primer esbozo de las causas y soluciones posibles, así como de todos los factores que vinieron a la mente de los especialistas.

A manera de conclusión para el DSI se ha presentado la tabla 3, con el fin de formar una idea concreta del status de las mejoras implementadas y por implementarse.

Pregunta	Respuesta
¿Cómo se priorizan los problemas?	Los problemas han sido priorizados para saber cuáles deben solucionarse primero, mediante un análisis grupal.
¿Qué se realizó o se realizará?	La implementación de todas aquellas mejoras acordadas en el DSI y calendarizar aquellas que tomarán más tiempo en ser realizadas.
¿Con quién contamos para implementar las mejoras?	El equipo de 4 especialistas y un coordinador en el DSI.
¿Cuáles son los entregables principales?	En cada mejora se detallaron los entregables (formatos, cambios en el proceso, etc.)

Tabla 3 Fin de las fases Análisis de Mejora. Fuente: elaboración propia

### Comentarios Finales

Se puede concluir que sí es posible ocuparla sin mayor problema en un área que no genera ningún producto físico sino que más bien, un servicio. En ésta empresa se han reducido los tiempos de espera al cliente, mejorando significativamente la atención, y en consecuencia, la satisfacción de los clientes.

La mejora continua debe ser una práctica constante, no quedarse solamente en una implementación realizada en cierto periodo de tiempo, sino más bien hacer prácticas perdurables que se tomen en serio y que puedan ser ejecutadas de manera ágil y que incluso puedan ser cambiadas también de manera ágil, en beneficio de los clientes o usuarios del servicio.

### Referencias

- Bozheva, T. (3 de marzo de 2011). *Gestión de procesos*. Recuperado el 15 de agosto de 2015, de SIPOC – La definición de tu proceso en una hoja: <http://teodorabozheva.blogspot.mx/2011/03/sipoc-la-definicion-de-tu-proceso-en.html>
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Gestio 2000.
- Escalante, E. (2008). *Seis-Sigma. Metodología y técnicas*. México: Limusa.
- Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones: Caza del desperdicio: doblar la productividad con la "Lean Production"*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- George, M., Rowlands, D., & Kastle, B. (2003). *What is Lean Six Sigma*. Chicago: McGraw-Hill Professional.
- Mazaaki, I. (2001). *Kaizen: La clave de la ventaja competitiva japonesa*. México: CECSA.
- Miller, J. (2014). *Crating a Kaizen culture*. New York: Mc Graw Hill.
- Rajadell, M. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Días de los Santos.
- Womack & Jones. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.

### Notas Biográficas

El **M.A. José Antonio Méndez Bañuelos** es profesor de la Facultad de Contaduría de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Actualmente es alumno del Doctorado en Ciencias de la Administración, en la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

El **Dr. Lorenzo Salgado García**, es profesor investigador de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

La **Maestra Lucero Cuatpotzo Sánchez**, es Coordinadora de la licenciatura en negocios internacionales de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. Terminó sus estudios de posgrado con la maestría en administración tributaria, en la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Actualmente es alumna del doctorado en Ciencias de la administración en la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

# Elaboración de tostadas con residuos de malta cervecera y maíz nixtamalizado

Naiela Selene Méndez Duran<sup>1</sup>, Miguel Ángel Moreno Cruz<sup>2</sup> y  
Dra. Areli Flores Morales<sup>3</sup>.

**Resumen**—La cebada principalmente se utiliza para la producción de cerveza y para la elaboración de forrajes para la elaboración de forrajes para animales. Después del procesamiento de elaboración de cerveza el residuo es destinado a composta, siendo este uso no redituable. Aprovechar el residuo de malta cervecera y transformar a productos alimenticios considerando la composición en fibra, proteína, aminoácidos y polisacáridos. El presente trabajo tuvo como finalidad determinar la composición de la malta cervecera, formular y evaluar una tostada de residuos de malta cervecera y maíz nixtamalizado. Los datos obtenidos muestran que la composición del residuo de malta contiene un alto porcentaje de fibra y carbohidratos, no hay presencia de mico organismos patógenos. La elaboración de la tostada permitió observar que las propiedades reológicas de la harina de malta que al mezclar con maíz nixtamalizado confiere propiedades de manipulación para la manufactura de tostadas ricas en fibra dietaria y *consideradas* como alimento funcional.

**Palabras clave**—Tostada, malta cervecera, residuo, fibra dietaria.

## Introducción

La cebada es un cereal utilizado para la elaboración de cerveza principalmente, olvidado por el hombre y excluido como alimento en algunas regiones del mundo. Así mismo podemos decir que los cereales son una de las fuentes más importantes de energía para la humanidad. Al ser este un cereal utilizado casi exclusivamente para el procesamiento de cerveza los residuos que genera esta son escasamente utilizados es por eso que en el siguiente proyecto con la finalidad de darle un uso al residuos generado de la malta cervecera y el cual sea útil para la fabricación de tostadas las cuales tendrán una composición de dicho residuo con maíz nixtamalizado para su producción, consumo y aceptación. A diferencia de la cebada el maíz es uno de los productos más utilizados a nivel nacional para el consumo humano y su transformación consta de una rama amplia ya que este cereal es uno de los más utilizados y mayormente consumidos por el ser humano; al realizar este producto podemos observar que se reutiliza un desecho y se reduce a la vez el uso de una materia prima tan demandada como lo es el maíz.

Algo muy importante de resaltar en este proyecto es la rama dentro del mercado en el cual se encontraría ya que al ser un producto de alto valor nutritivo y el cual tiene beneficios para la salud, es un producto el cual entraría dentro de los alimentos funcionales y el cual sería de gran utilidad ya que en la actualidad el país y el resto del mundo sufre de un problema muy grave como lo es la obesidad.

## Descripción del Método

### *La cebada*

La cebada es el grano de la *Hordeum vulgare*, una herbácea de la familia de las gramíneas. Está considerado a su vez el 5º cereal más cultivado del mundo, lo cual le confiere gran importancia para el ser humano. La parte comestible de esta planta es el grano, con una composición muy parecida a la del trigo. Cuando se conserva la cáscara tras la molienda es cuando se considerará integral y poseerá todas las vitaminas y la fibra alimentaria tan buena para el tránsito intestinal.

### *Malta Cervecera*

La malta cervecera es el resultado de un proceso que se denomina malteado el cual consiste en germinar la cebada y dar tratamientos posteriores como lo es el deshidratado y tostado para la elaboración de cerveza. Este producto es uno de los principales componentes de la cerveza y su sabor característico. El residuo de la malta cervecera es un producto poco estudiado el cual frecuentemente es desechado o utilizado como composta por lo cual no es redituable se sacaron datos y análisis bromatológicos para observar las propiedades de este desecho y al mismo tiempo poder compararse con los resultados encontrados durante esta investigación es por eso que en la *tabla 1* se muestra la composición química de la malta cervecera deshidratada, y la *tabla 2* muestra los aminoácidos presentes en la malta cervecera.

<sup>1</sup> Naiela Selene Méndez Duran del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala; Tlaxcala, México; [naielaselenehendzuran@gmail.com](mailto:naielaselenehendzuran@gmail.com)

<sup>2</sup> Miguel Ángel Moreno Cruz del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala; Tlaxcala, México; [mike29091993@gmail.com](mailto:mike29091993@gmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Areli Flores Morales del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala; Tlaxcala, México; [floresafm@hotmail.com](mailto:floresafm@hotmail.com)

(Autor Corresponsal)

Cereal y subproducto	Promedio de la composición % por peso							
	H2O	CP	EE	CF	NF E	Cenizas	Ca	P
Grano de cebada	12.4	10.5	1.8	5.6	67.1	2.6	0.05	0.37
Malta cervecera (deshidratada)	9.0	14.1	1.7	2.6	70.4	2.2	0.07	0.46

Tabla 1. Promedio porcentual de la composición química del grano de cebada y la malta cervecera.

Cereal y subproducto	Promedio de la composición AAE (%)											
	Arg.	Cys	Met	Thr	Iso	Leu	Lys	Val	Tyr	Try	Phe	His
Grano de cebada	0 .53	0 .23	0 .18	0 .36	0.44	0.73	0.40	0.54	0.35	0.15	0.55	0.23
Malta cervecera (deshidratada)	1 .12	0 .24	0 .33	0 .95	1.04	1.56	1.18	1.38	0.59	0.40	0.87	0.50

Tabla 2. Promedio porcentual de la composición de aminoácidos del grano de cebada y la malta cervecera

### Maíz

El maíz es uno de los cereales más consumidos a nivel mundial y es uno de los alimentos básicos para las personas a nivel nacional. Del maíz se desprende un producto principalmente consumido por los mexicanos el cual es la tortilla la cual al igual que muchos de los alimentos llevan ciertos procesos los cuales son fundamentales para su transformación y de aquí se tiene que observar un proceso el cual estaremos utilizando posteriormente el cual consta de la nixtamalización la cual es un proceso el cual se basa en la cocción del maíz con cal y agua siendo este proceso originario de Mesoamérica. Al realizar este proceso nosotros podemos transformar el maíz en masa y de ahí en tortillas.

### Tostada

La tostada es un producto derivado de la tortilla, denominado como tortilla de maíz crujiente, en México es muy su consumo y su preparación para celebraciones, como antojito mexicano o simplemente como comida diaria, este producto forma parte de la dieta diaria de los mexicanos. Este alimento es procesado de distintas maneras entre las más comunes resaltan la deshidratación, el horneado y el freído de la tortilla para darle la textura adecuada. El color que se deriva de la tostada es referente a una reacción de *Maillard* la cual se realiza o efectúa durante el proceso de transformación.

Al investigar sobre el residuo de la malta cervecera y sus usos la experiencia de los expertos fue algo fundamental, una de las razones por las cuales es importante el desarrollo de la innovación es la área cervecera artesanal ya que es una de las áreas en desarrollo y tienen que competir con las grandes empresas las cuales ya tienen un mercado establecido, es por esto que al realizar este tipo de innovación colaboramos y al mismo tiempo nos ayudan a obtener el producto que necesitamos.

Los alimentos funcionales son un agujero en la industria alimentaria y es algo muy difícil de completar ya que para obtener este tipo de alimento es necesario cumplir con muchas características, pero también se cree que lo que el producto tiene es un valor biológico y aparte un valor sustentable ya que se está utilizando un subproducto de la cerveza si así se puede llamar el cual no había sido utilizado para la industria alimentaria, en la actualidad el residuo de la malta cervecera se utiliza para realizar compostas, fertilizantes o como alimento para animales.

Dicho esto en la actualidad la industria alimentaria busca la forma de utilizar la mayor parte de los productos y sub productos de todos los alimentos para poder alimentar y cubrir la demanda en todo el mundo, así que la idea generada es una buena manera de aprovechar un producto que anteriormente no era utilizado en un alimento y darle un valor agregado a dicho producto será una buena manera de completar un círculo sustentable.

El mercado orgánico ha obtenido una diversa gama de consumidores debido a la naturaleza de los alimentos, así mismo se ha dado un lugar para poder competir contra los demás mercados los cuales son empresas consolidadas y con una diversidad de consumidores; el producto podría cubrir las características necesarias para venderse en un local orgánico.

Después de hablar con diferentes personas expertas en este tipo de rama alimenticia y en el producto a obtener llegamos a la conclusión de que la innovación es una buena creación para la industria y es un proyecto sustentable y agradable.

#### *Fase del proyecto*

En la actualidad el proyecto va en una fase experimental ya que se obtuvieron las formulaciones y se destacó la más adecuada para la textura, sabor y color del producto, después de realizar dichas formulaciones se realizaron pruebas de laboratorio.

En la actualidad la innovación que se presenta forma parte de los alimentos sustentables y funcionales dentro del mercado de los alimentos ya que al pasar los años, los distintos hábitos de los consumidores van cambiando puesto que la vida actual no es muy saludable, entonces se trata de que el consumidor tenga la oportunidad de consumir algo sano, de buena calidad y que cumpla con características que él requiere por lo cual este producto es fácil de consumir y fácil de preparar, al mismo tiempo de un costo accesible.

Este producto tiene un enfoque innovador y sustentable para que permanezca en el mercado y con el paso del tiempo se situó como uno de los mejores a nivel regional y nacional.

#### *Mercado de interés*

Actualmente dado el desarrollo tecnológico y la vida acelerada en la que nos desarrollamos da como consecuencia consumir alimentos de fácil uso o preparación, algunos de estos llevan un compromiso con la salud. Por ello el desarrollo de productos que generan beneficios al organismo son considerados como alimentos nutricionales, entre ellos tenemos aquellos alimentos denominados enriquecidos, pro bióticos, prebióticos y funcionales. También se habla de alimentos de origen orgánico, comprometidos de igual forma con el medio ambiente.

Por lo tanto en el mercado actual que es muy exigente, ya que los hábitos alimenticios y la vida del consumidor han cambiado, por lo cual el desarrollo del uso sostenible de residuos agroindustriales transformados a productos de interés comercial, en este caso el producto “tostadas” tiene un gran potencial en la industria de los alimentos y está dirigido al público en general como para personas de 4 años en adelante y podrá ser consumida por cualquiera que desee comerla.

Al paso del tiempo esta empresa desea expandirse a nivel regional y a nivel nacional ya que es una forma diferente de apoyar a los comercializadores de cerveza artesanal y al mismo tiempo utilizar un residuo que no había sido ocupado para la industria alimentaria lo cual brinda un servicio extra al consumidor ya que adquirimos alimentación a bajos costos y con un mayor nivel de nutrimentos que una tostada normal.

Cuando la industria comience a crecer, esta empezará a expandirse por lo cual sería bueno, a nivel regional, que entrara el producto en otros establecimientos centros comerciales y mercados diferentes, a lo cual haría que nos expandiéramos y el mercado de venta sea más amplio.

#### *Mercado potencial*

En el mercado existe una amplia gama de productos del mismo giro del cual hablo, sin embargo la mayoría de tostadas echas por grandes industrias contienen un alto porcentaje en harina, conservadores y la mayoría de ellas contiene aditivos. Es por eso que el producto que presento contiene un alto valor en fibra, no contiene aditivos ni conservadores y la formulación contiene granos y residuo respectivamente no harinas.

Los clientes potenciales es el público en general ya que es un alimento de uso común en la comida mexicana y para todo tipo de gusto.

Alimentos funcionales actualmente en el mercado son potenciales debido a que los clientes buscan la forma de llevar una vida más sana y dicho esto los alimentos forman parte de la dieta que ayuda a mantener una mejor salud y un mejor bienestar de vida. Muchas de las personas reconocen que los alimentos funcionales nos ayudan a mejorar el nivel de vida ya que con una buena dieta diaria evitan dolores musculares y malestares que con el paso de los años sobre salen.

Del mismo modo que la mayoría de personas buscan alimentos funcionales, así mismo buscan alimentos orgánicos, y actualmente la rama orgánica ha logrado posicionarse en el mercado, entramos en esta rama ya que el producto que se presenta no contiene aditivos ni conservadores, además se adquieren propiedades mediante la adición de un residuo de esta manera ayudaremos a la sustentabilidad de la empresa, la ecología y beneficiaremos a los clientes contribuyendo a que tengan una mejor vida.

#### *Metodología*

Para la elaboración de la tostada se implementara el método de la norma NOM-187-SSA1/SCFI-2002; donde vienen las especificaciones para realizar tostadas Fritas, Horneadas y Deshidratadas al igual que tortillas y productos parecidos.

Para la evaluación se utilizaran métodos bromatológicos para las características químicas como lo es proteínas, fibra cruda, extracto etéreo y carbohidratos para poder hacer las comparaciones pertinentes.

Para la evaluación sensorial se realizara una evaluación de tipo hedónica verbal con jueces semi-entrenados, entrenados y público en general para poder observar sus reacciones y verificar especificar resultados.

#### *Resultados esperados*

Dentro de los resultados esperados se desea y espera obtenerse una buena aceptación por parte del consumidor para poder posteriormente poder aprovechar otro tipo de residuos y poder elaborar otros productos grado alimenticio los cuales nos brinden beneficios y al mismo tiempo generen algún beneficio.

#### *Conclusiones*

Una de las principales conclusiones es que al elaborar este producto podemos ver un gran potencial en una rama poco visitada como lo es la reutilización y menos de un producto como lo son los alimentos pero sin embargo esto deja una amplia brecha para seguir trabajando y poder obtener mayores y mejores resultados.

#### *Bibliografía*

- Aldea Educativa. (Enero de 2009). Recuperado el 24 de Octubre de 2014, de Panificación: [www.aldeaeducativa.com/panificacion/elaboraciondelpan.html](http://www.aldeaeducativa.com/panificacion/elaboraciondelpan.html).
- Araneda, M. (12 de Noviembre de 2014). Educación alimentaria. Recuperado el 22 de Noviembre de 2014, de Educación en nutrición y alimentación: [www.educacionalimentaria.com/cereales-y-productos-derivados/propiedades](http://www.educacionalimentaria.com/cereales-y-productos-derivados/propiedades)
- Clara Raquel Espinoza Silva, M. A. (Abril de 2011). Word Press. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de Tecnología de Cereales Y Leguminosas: [maqsolano.files.wordpress.com/2012/08/texto-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf](http://maqsolano.files.wordpress.com/2012/08/texto-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf)
- Espinoza, C., & Quispe, M. (Abril de 2011). Word Press. com. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de Word Press.com Conócenos: [mapsolano.files.wordpress.com/2012/08/testo-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf](http://mapsolano.files.wordpress.com/2012/08/testo-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf)
- Hernández, E. (2005). Evaluación Sensorial. Facultad de ciencia básicas e ingeniería. 75-87.
- Méndez, S. (2014). Formulación de una tostada a base de granos de cebada y maíz.
- Morales, J., & F., V. J. (s.f.). Scielo. Recuperado el 03 de Noviembre de 2014 , de Revista científica: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642011000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642011000200007&script=sci_arttext)
- Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002. (s.f.).
- Rodríguez, J., & Guerra, C. (2010). Evaluación sensorial de tortillas de maíz fortificadas con harina de amaranto, frijol y nopal. Universidad de Guanajuato.
- Rodríguez, J., Mora-Zúñiga, A., Ibarra, M., Baez-Gonzales, J.G., & Amaya-Guerra, C.A. (2013). Evaluación Fisicoquímica y sensorial de tortillas fortificadas con fuentes de fibra dietética. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Worpress. (Agosto de 2012). Recuperado el 24 de Octubre de 2014, de Tecnología de los cereales y leguminosas PDF: [maqsolano.files.wordpress.com/2012/08/texto-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf](http://maqsolano.files.wordpress.com/2012/08/texto-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf).

## Recipientes Desechables Ecológicos

**Mtro. José Luis Méndez Hernández<sup>1</sup>, Mtro. José Manuel Morales Conde<sup>2</sup>. M.A. Clara Romero Cruz<sup>3</sup>.**

Los plásticos son una de las innovaciones que en definitiva revolucionaron el estilo de vida de las personas, el uso de este tipo de materiales es muy común y diverso, se pueden apreciar claramente en los autos, ropa, diversos productos en el hogar e inclusive como embalaje de alimentos; esta última actividad ha generado un foco de contaminación sumamente alarmante, ya que en México del total de los desperdicios que se generan, el 40% es atribuible a los recipientes de comida rápida fabricados a base de poliestireno expandido, aunado a esta situación el proceso de fabricación de tales productos genera gases de efecto invernadero, provocando un doble foco de contaminación. El periodo de biodegradación de dicho producto oscila de los 50 a 500 años dependiendo de la condición ambiental a la cuales estén expuestos. El presente proyecto pretende ser una propuesta alternativa a los actuales recipientes fabricados a base de poliestireno, dicho proyecto sustentado en el concepto de polímeros naturales tales como, almidón, celulosa, resinas naturales etc., en este sentido se pretende el uso de almidón como materia prima principal para la elaboración de los recipientes, actualmente en el mercado existen otras propuestas alternativas que también utilizan almidón para dicho objetivo, pero es relevante mencionar que dichas empresas extraen el almidón de plantas de consumo humano tales como, maíz, papa y diversos cereales, lo cual los convierte en una propuesta insostenible a mediano y largo plazo, ya que en México se tiene la necesidad de importar algunos alimentos de consumo básico, tales como el maíz. Este proyecto también utilizará el almidón como materia prima principal que será extraído de una planta muy común en la región de san Martín Texmelucan llamada *Typha Latifolia*, comúnmente conocida como tule, totora, espadaña y Enea.

**Palabras claves:** poliestireno, recipientes, polímeros naturales, almidón, *Typha Latifolia*

### Introducción

Actualmente en el país existen diferentes opciones para comer fuera de los hogares, la comida rápida o también llamada comida casual ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, tan solo en el año 2012 han incursionado cerca de 10 marcas estadounidenses y asiáticas a dicho mercado, el caótico estilo de vida que impera actualmente en nuestro país ha orillado a que la gente recurra a dichos establecimientos, es relevante mencionar que estos establecimientos utilizan recipientes fabricados a base de poliestireno para servir dichos alimentos, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático estima que en México se producen alrededor de 50 mil toneladas de este material para lograr satisfacer la demanda, el enfoque de tales establecimientos de comida es muy sencillo “comer rápido”, la vida útil que se le da a estos recipientes es de pocos minutos en comparación con su periodo de biodegradación que comprende un promedio de 50 a 500 años, lo cual ocasiona una gran problemática ambiental.

Los materiales plásticos en definitiva constituyen uno de los grandes avances de la humanidad, son ligeros, baratos, térmicos, rígidos, tenaces etc., sin duda alguna son muy útiles y satisfacen un gran número de necesidades en diferentes rubros de la industria, desafortunadamente no se contempló a largo plazo todas las implicaciones ecológicas que estos productos ocasionarían.

Derivado de esta situación, surge la necesidad de crear nuevos recipientes que sean rentables para las empresas, baratos para el consumidor y de menor impacto ecológico. En el país ya existen propuestas interesantes en ese sentido un ejemplo claro son los vasos y platos fabricados a base de papel reciclado.

---

<sup>1</sup> El Mtro. José Luis Méndez Hernández es Profesor de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. [jlmdendez@aol.com.mx](mailto:jlmdendez@aol.com.mx)

<sup>2</sup> Mtro. José Manuel Morales Conde es Profesor de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. [moralescjma@gmail.com](mailto:moralescjma@gmail.com)

<sup>3</sup> M.A. Clara Romero Cruz es Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. [clara.romacruz@gmail.com](mailto:clara.romacruz@gmail.com)

## Metodología

### *Investigación de campo para la identificación del genero de typha que predomina en la región*

El objetivo principal del presente proyecto es ofrecer una propuesta alternativa a los actuales recipientes de comida rápida, dicha propuesta basada en el uso de polímeros naturales tales como el almidón. Es importante mencionar que actualmente el almidón es extraído de alimentos de consumo humano tales como el maíz, papa y cereales, lo cual merma la viabilidad del proyecto, ya que en México existen una fuerte necesidad de importar tales alimentos ya que el campo mexicano no logra satisfacer las necesidades internas del país, en este sentido se utilizó la planta llamada Typha para la obtención del almidón. En la región de San Martín Texmelucan Puebla predominan dos especies de Typha, latifolia y angustifolia que se muestran en las siguientes imágenes.



Fig. 1 Typha Latifolia

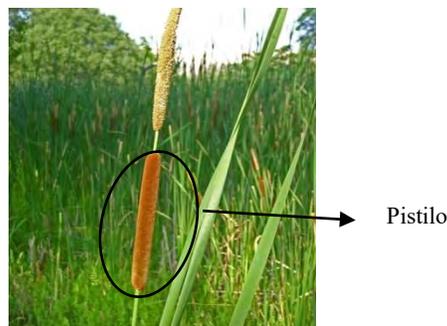


Fig. 2 Typha Angustifolia

La Typha latifolia es la especie más viable a utilizar para la obtención del almidón, ya que de una muestra de 100 gramos se puede obtener 19% de proteínas y 81% de almidón, estas plantas crecen principalmente en lagunas, canales y arroyos, en inclusive se les considera una maleza por parte de los residentes de la región ya que proliferan rápidamente, en algunos países europeos como España esta planta es utilizada para la obtención de fármacos, aislantes térmicos y artesanías, actualmente en la región de Texmelucan no tiene ningún uso. La typha latifolia se caracteriza debido a que tanto la espiga como el pistilo se encuentran juntos, que a diferencia de la typha angustifolia se encuentra una separación entre estos dos elementos.

### *Determinación de calidad del área de extracción de typha latifolia*

Esta planta también es usada en proceso de fitorremediación cuya función principal es absorber los contaminantes predominantes del agua y suelo de una determinada región, por tal motivo es relevante garantizar que la región de crecimiento de la planta esté limpia, debido a que la planta predomina en zonas húmedas donde la presencia de agua es indispensable, se sugiere la utilización de la daphnia o "pulga de río" como bio-indicador de calidad del área, ya que estos crustáceos son sumamente sensibles a cualquier tipo de contaminante.



Fig. 3 Daphnia

### **Extracción de almidón**

La parte útil de la typha latifolia son los rizomas que se encuentran enterrados, ya que en esta parte contiene alto contenido de almidón, el almidón es denso e insoluble en agua, dichas características son de gran utilidad para el proceso de extracción, el objetivo principal de esta etapa es la obtención de una pasta fabricada con los rizomas de la planta para posteriormente mezclar con agua y filtrar dicha pasta, con el propósito de obtener un suero, debido a que el almidón es denso, tendrá que sedimentarse al interior del recipiente que contenga el suero para posteriormente eliminar el líquido y realizar una mezcla con múltiples ingredientes naturales como el almidón de maíz para fabricar un bioplástico.



Fig. 4 Almidón

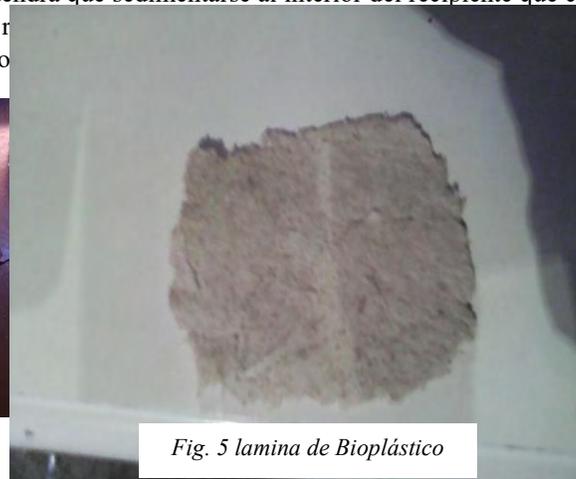


Fig. 5 lamina de Bioplástico

### **Ingeniería Asistida por computadora (CAE) para determinar la funcionalidad del prototipo.**

En esta etapa se procedió al diseño de los recipientes conforme a los existentes en el mercado, para posteriormente realizar simulaciones virtuales de carga de peso mediante el método de elemento finito, ya que se tiene que garantizar que estos productos soportarán el peso de las comidas que albergarán, para la realización de estas pruebas se utilizó un peso de 1Kg, en las simulaciones se aprecia una leve deformidad en un borde del recipiente lo cual nos indica que se tienen que realizar cambios en el diseño del prototipo en este caso se sugiere que la lámina de bioplástico sea de mayor espesor de 0.100” a 0.150”.

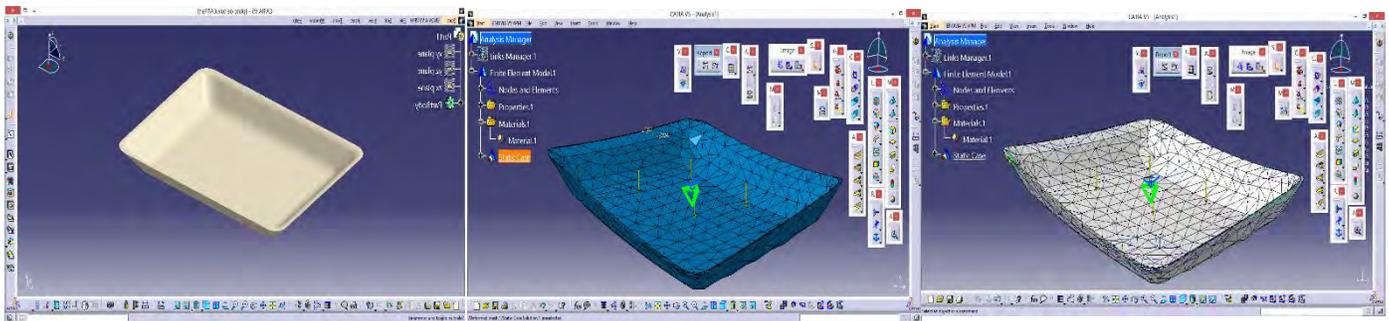


Fig. 6 Simulaciones de carga

### **Diseño y determinación del proceso de fabricación de los recipientes.**

Para la fabricación en serie de los recipientes ecológicos se utilizará un proceso similar al troquelado, en el cual la lámina de bioplástico será colocada en la mesa de una prensa para posteriormente un troquel bajará dándole la forma característica de un recipiente de comida rápida, se plantea en primera instancia fabricar los troqueles y la prensa con plástico ABS (acrilonitrilo butadieno estireno), para posteriormente ser fabricación de acero y garantizar el procesos en serie y poder satisfacer la demanda.

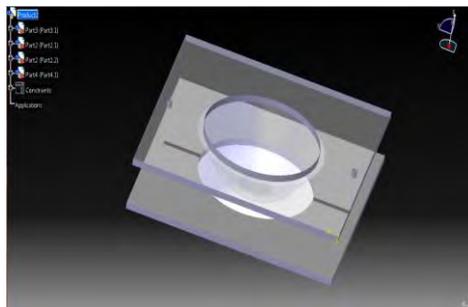


Fig. 7 Troquel

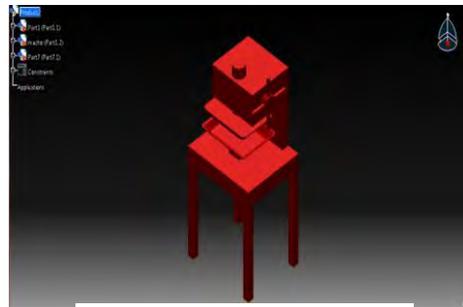


Fig. 8 Prensa

## Conclusiones

El proyecto se encuentra en la fase de mejoramiento de producto, debido a la deformación que se detectó ya que se tendrán que modificar algunas dimensiones para realizar nuevas simulaciones de carga de peso, se hace hincapié en la importancia de esta fase ya que se tiene que garantizar la funcionalidad de los recipientes antes de poder producirse en serie, posteriormente se procederá a la fabricación de los troqueles y prensa necesarios para la fabricación a gran escala.

## Recomendaciones

Es importante recalcar la encomienda de buscar alternativas a los actuales productos de consumo masivo, alternativas en las cuales estén implícitos beneficios ambientales, económicos y sociales en la búsqueda de productos sustentables. Este proyecto pretende ser una de esas alternativas que contribuya al mejoramiento de la región en la que se desarrolla el proyecto, ya que se podría generar una actividad económica emergente a partir de la fabricación de dichos recipientes.

## Referencias

- Curtis, Helena. y Robert H. "Biología", Editorial Medica Panamericana, 2013.
- Groover, Mikell P. "Fundamentos de Manufactura Moderna", Mc Graw Hill, 2007.
- Kalpakjian, Scrope. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología", Pearson, 2008.
- Nelson, David L. y Cox, Michael M. "Principios de Bioquímica", Ediciones Omega, 2009.
- Perry, Robert H. "Manual del Ingeniero Químico", Mc Graw Hill, 2001.
- Schey, John A.

## Notas Biográficas

El **Mtro. José Luis Méndez Hernández**. Es profesor de tiempo completo de la División de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. Terminó sus estudios de posgrado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México. Líder de la línea de investigación Gestión Estratégica para la Generación de Ventajas Competitivas del ITSSMT

El **Mtro. José Manuel Morales Conde**. Es profesor de tiempo completo de la División de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. Terminó sus estudios de posgrado en Sistemas Integrados de manufactura en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México.

La **M.A. Clara Romero Cruz**. Es profesora de tiempo completo de la División de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla, México. Terminó sus estudios de posgrado en Administración en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México. Líder de la línea de Diseño y Optimización de Sistemas de Manufactura.

# Análisis de factores que afectan la deserción de estudiantes: Caso programa educativo de ingeniería industrial UPTlax

M.C. José Nemorio Méndez Mendoza<sup>1</sup>, M.A. José Juan Nava Morales<sup>2</sup>,  
M. en C. Elena Flores Ávila<sup>3</sup> y M. T. A. Sadi Flores Farías<sup>4</sup>

## Resumen

Se llevó a cabo un estudio descriptivo para analizar los factores que afectan la deserción entre estudiantes identificados como críticos en el programa educativo de ingeniería industrial, para ello se diseñó y aplicó una encuesta a 92 estudiantes, los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva, los resultados ayudaron a caracterizar los estudiantes críticos y diseñar estrategias de apoyo a fin de disminuir los índices de deserción en el programa educativo.

**Palabras clave**—deserción, causas, riesgo, desempeño académico, permanencia.

## Introducción

El presente estudio esta referenciado a analizar factores que motivan a desertar estudiantes del Programa Educativo de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Tlaxcala (UPTlax) que contempla dentro de su modelo educativo la formación de un ingeniero Industrial en un periodo mínimo de 10 y máximo de 15 cuatrimestres.

Es de vital importancia describir los factores que en forma recurrente inciden en la deserción o abandono universitario con el objeto de minimizar el índice de deserción y proponer alternativas de solución a este problema, que permitan al estudiante que evidencie sus fortalezas y disposición a concretar sus estudios profesionales.

Con relación al fenómeno de abandono escolar y bajo aprovechamiento detectados en el programa educativo (P.E.) de ingeniería industrial se observa que el promedio histórico de reprobación es del 12.1%, y de 9.5% de deserción; problema que refleja el 15.8% de alumnos en riesgos de deserción de un total de 480 alumnos matriculados.

De acuerdo al anexo G del sistema de gestión de calidad (SGC) de la Universidad Politécnica de Tlaxcala del programa educativo de ingeniería industrial de los años 2013 y 2014 se encuentran definidas las siguientes metas de estos índices, 13.2% de reprobación y 4% de deserción, así como el indicador histórico de los índices de reprobación y deserción.

La significancia de este estudio esta centrado particularmente en la aplicación de una encuesta que facilitará determinar factores críticos que impliquen la deserción o abandono universitario en el proceso de su formación profesional y la propuesta de acciones que permitan a nuestros alumnos continuar con su preparación.

## Descripción del Método

### *Dimensionamiento de factores de deserción.*

Se diseñó una encuesta utilizando la escala de Likert; con el objeto de identificar los factores o causas más importantes y detectar estudiantes críticos, definiéndolos como aquellos que reúnen las siguientes condiciones: estudiante que recursa una o más asignaturas y lo(s) reprueba en alguna evaluación parcial, aquellos que tienen dos o más asignaturas reprobadas en su historial académico, los que dan de baja una asignatura o más, los que en su carga normal académica recursan una asignatura y los que se dan de baja temporal y están cursando actualmente al menos una asignatura.

La encuesta se dimensionó considerando cuatro factores de estudio, que permiten analizar los siguientes aspectos: socioeconómicos, incluyen aspectos sociales y laborales que al estudiante le permita solventar sus estudios, administrativos, se incluyen aspectos que implican la forma en la cual están organizadas las actividades

<sup>1</sup> M.C. José Nemorio Méndez Mendoza.- investigador de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. [josenemorio.mendez@uptlax.edu.mx](mailto:josenemorio.mendez@uptlax.edu.mx)

<sup>2</sup> M.A. José Juan Nava Morales.-investigador de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. [josejuan.nava@uptlax.edu.mx](mailto:josejuan.nava@uptlax.edu.mx)

<sup>3</sup> M. en C. Elena Flores Ávila.- investigador de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. [elena.flores@uptlax.edu.mx](mailto:elena.flores@uptlax.edu.mx)

<sup>4</sup> M. T. A. Sadi Flores Farías.- investigador de la Universidad Politécnica de Tlaxcala [sadi.flores@uptlax.edu.mx](mailto:sadi.flores@uptlax.edu.mx)

extracurriculares e infraestructura, académicos, aspectos relacionados con su perfil vocacional, deficiencias, académicas previas y personales que incluyen aspectos intrafamiliares, conductuales, relaciones personales, y las relacionadas a la forma en que el alumno emplea o administra su tiempo de estudio.

El estudio presentado se basa en el modelo de Ethington (1990) que se construyó basándose en el modelo de Fishbein y Ajzen, 1975 incorporando la teoría general sobre las “conductos del logro” de Eccles et al. (1983) y que dichos logros se atribuyen a la perseverancia, aptitud, el buen desempeño académico al elegir el objetivo deseado. Según Eccles el rendimiento académico previo influencia el desempeño futuro del estudiante, al actuar sobre el concepto del alumno su percepción de la dificultades de los estudios, sus metas, valores y expectativas de éxito.

De acuerdo al modelo de Ethington, la retención o permanencia del estudiante en un nivel profesional requiere de un estímulo y apoyo familiar previo que le permiten obtener un rendimiento académico de calidad para que en su momento no existan dificultades académicas en el siguiente nivel que puedan impedir dar continuidad a los estudios que aspira el estudiante, viéndose reflejado en sus valores y expectativas de éxito factores que le permitan un integración a la sociedad.

Se evaluó y piloteo la encuesta por parte del cuerpo académico de ingeniería industrial para proceder a su aplicación y análisis correspondiente.

## Resultados

### *Aspectos Socioeconómicos*

El estudio descriptivo consistió en aplicar una encuesta a un total de 92 alumnos críticos detectados directamente a través del seguimiento de tutorías, obteniendo los siguientes resultados, los alumnos críticos se encuentran matriculados en los cuatrimestre 1º, 2º, 4º, 5º y 8º del periodo escolar enero/abril 2105, los cuales oscilan en un rango de edades de 18 años a 27 años de edad, de los cuales el 86% son del género masculino.

También se observó que el 18% de alumnos se encuentran en el primer cuatrimestre, el 50% en el segundo, el 20% en el cuarto, en el quinto y octavo cuatrimestre el 20% y 5% respectivamente (Ver Tabla 1).

Cuatrimestre	Turno			
	Matutino	Vespertino	Total	Índice
I	11	6	17	18%
II	18	28	46	50%
IV	3	3	6	7%
V	9	9	18	20%
VIII	5	0	5	5%
Total	46	46	92	100%

Tabla 1 Fuente: Datos propios obtenidos a partir de la encuesta “Población escolar en riesgo por turno”.

Los hallazgos más importantes que se encontraron en este estudio se observó que de 92 alumnos encuestados el 87% viven con sus padres, el 6.5% con su pareja el 5.4 % con algún familiar y el 1.1% solo. El nivel de estudios de los padres son: primaria 19.5%, secundaria 34.3%, preparatoria 29.4%, licenciatura 12.95% y con posgrado 3.85%. Así mismo los encuestados declaran que el 40.7% trabajan en algún taller mecánico, en negocio propio, comercio, en empresa familiares, maquiladoras, en empresas como Femsa y Universidades, entre otras.

Con relación a la forma en que administran el tiempo y que gastan en diversas actividades, detecto: Tiempo de trayecto para llegar a la Universidad gastan entre 15 y 30 minutos que representan el 30.4%, de 30 a 60 minutos siendo el 44.6%, de 1 a 1.5 horas siendo el 20.7%, y más de 1.5 horas con el 4.3% y su transporte utilizado es 100% público. Un factor que es considerado en este punto son sus pasatiempos: hacer ejercicio con el 39.1%, salir a pasear el 17.2%, leer el 12.6%, bailar el 6.9%, hacer deporte el 14.9%, redes sociales el 6.9% y ver la T.V. el 2.3%.

### *Aspectos Administrativos*

Las actividades extra curriculares que la universidad promueve en el desarrollo integral para continuar sus estudios el 66.3% de los encuestados están de acuerdo y el 22.8% totalmente de acuerdo.

El proceso para obtener una beca que puede influir en el no abandonar sus estudios los resultados fueron; estando de acuerdo el 42.4%, totalmente de acuerdo el 46.7% y en desacuerdo el 10.9%.

Las normas y reglamentos aplicables en la universidad contestaron que solo el 33.6% las conocía poco, el 56.5% las conocía medianamente y solo el 9.8 los conocía en su totalidad.

La infraestructura es un factor que influye en el desempeño académico considerando como tal la disponibilidad

de laboratorios, talleres, salones, instalaciones deportivas, centro de computo, biblioteca y cafetería arrojando los resultados siguientes: están de acuerdo el 57.6%, totalmente de acuerdo el 28.3% y en desacuerdo el 14.1%.

Los servicios que brinda la universidad tales como: servicios escolares, servicios medico, de internet, servicios de biblioteca y de laboratorios, considerando los encuestados que están de acuerdo el 55.4%, totalmente de acuerdo el 30.4% y que son suficientes para su desempeño académico y el 14.2% no están de acuerdo.

La participación de los encuestados en actividades que organiza el programa educativo (conferencias, eventos culturales, deportivos etc.) declaran que solo el 22.8% participa totalmente, el 54.3% participan y el 22.9% no participan.

La dirección del programa educativo y el personal de apoyo atiende y resuelve sus problemas académicos manifestando que el 89% los atiende y resuelve sus problemas académicos y para el 11.0% no es así.

La calidad de enseñanza que imparte la Universidad es calificada con 79.3% como satisfactoria, completamente satisfecho el 18.5% y poco satisfactorio el 2.2%.

#### *Aspectos académicos*

En este apartado se evaluó la secuencia y contenido del mapa curricular del programa educativo de ingeniería industrial, diseñado en un modelo educativo basado en competencias, así como la cantidad de asignaturas por cuatrimestre, horarios, turnos, estancias y carga académica dando los siguientes resultados fueron: los alumnos están completamente satisfechos el 29.3%, satisfechos el 56.5%, poco satisfecho el 13.1% y nada satisfecho el 1.1%.

El proceso metodológico de enseñanza que utilizan los profesores en la Universidad Politécnica de Tlaxcala se encuentran, poco satisfecho el 17.6%, satisfecho el 69.2% y completamente satisfecho 13.2%.

Dentro del proceso metodológico que utilizan los profesores en su enseñanza (mas practico que teórico) los alumnos están completamente satisfechos el 26.4 %, satisfecho el 48.4% poco satisfecho el 18.7% y 6.5% nada satisfecho.

Así mismo califican como satisfecho el 57.6% en la generación de ambientes propicios que los profesores fomentan en el aprendizaje, completamente satisfecho el 19.6% y poco satisfecho el 22,8%.

Los motivos que implican obtener buenos resultados en el desempeño académico los alumnos consideran: que es atribuible a la cantidad de tiempo que dedica estudiar fuera de clase y que del total de encuestados esta totalmente de acuerdo el 25%, de acuerdo el 60.9% en desacuerdo el 9.8% y totalmente en desacuerdo el 4.3%. A su método de estudio (estilos de aprendizaje), totalmente de acuerdo el 18.5%, de acuerdo el 73.9% y en desacuerdo el 7.6%. A su interés por las asignaturas están totalmente de acuerdo el 31.5%, de acuerdo el 60.9% y en desacuerdo el 7.6%. Al nivel de concentración durante la clase totalmente de acuerdo el 19.8%, de acuerdo el 65.9%, en desacuerdo el 13.1% y totalmente en desacuerdo el 1.1%. Al trabajo en equipo que logra hacer con sus compañeros de clase están totalmente de acuerdo el 20.7%, de acuerdo el 60.8% en desacuerdo el 16.3% y totalmente en desacuerdo el 2.2%. A la facilidad de la asignatura esta totalmente de acuerdo el 19.6%, de acuerdo el 58.6%, en desacuerdo el 19.6% y totalmente en desacuerdo el 2.2%.

#### *Aspectos personales*

En esta categoría los factores considerados para conocer su vocación del perfil de ingreso a la Universidad, y la relación con sus estudios de bachillerato, se observo que el 75.6% están completamente relacionados, el 23.3% poco y el 1.1% muy poco respectivamente.

La carrera que usted cursa actualmente era la que quería estudiar; se detecto que de 92 alumnos solo el 66% esta completamente de acuerdo, poco el 24.2% y muy poco el 9.9%. En esta misma categoría se observo que el perfil del estudiante requerido para la carrera se hallo que el 20% responde completamente a dicho requisito, el 55.6% mucho, poco el 23.3% y muy poco el 1.1%.

Con relación al perfil del estudiante requerido para la carrera se encontró que el 75.6% de encuestados responde al perfil, el 23.3% poco y muy poco el 1.1%.

Otro nivel de este estudio implica que el estudiante considera que hay que estudiar para mejorar el nivel de vida incidiendo en este factor el 96.7% completamente, poco el 2.2% y muy poco el 1.1%.

Hay que estudiar lo que a uno más le guste es un factor en donde el 86.8% de los estudiantes están completamente de acuerdo, el 6.6% poco y muy poco el 6.6%.

Otro factor que se observa en este apartado, que el 79.1% estudia para ocupar su tiempo, y el 20.1% no lo considera así. Estudiar por obligación es un factor en dónde manifiestan que están completamente de acuerdo el 13.2%, el 23.1% poco y muy poco el 63.7%

En términos generales se evaluó a la familia como un pilar o apoyo para que el estudiante culminen con sus estudios; el 85.7% manifiesta que están completamente de acuerdo, el 8.8% poco y 5.5% muy poco. También la familia del estudiante cree que obtendrá buenos resultados académicos durante su carrera; observando que el 47.8%

están completamente de acuerdo, el 44.4%, están de acuerdo, el 6.7% poco y el 1.1% no lo consideran así.

Con relación a disponibilidad de material básico para estudiar en su casa tales como libros, computadora, internet se observa que 56% disponen de este tipo de recursos y el 44% disponen de poco material.

Una clase particular que se observa del estudiante en su trayectoria universitaria incide en: que el 17.4% reprobaban por tener malas relaciones con los profesores y el 82.6% no incurren en este tipo de relaciones. El método de evaluación que emplea el profesor consideran que es un factor que incide en su reprobación incidiendo que están completamente de acuerdo el 12%, influye mucho el 35.9% y el 52.1% no incide en tal situación. Por falta de interés por la asignatura el 30.5% de los estudiantes encuestados manifiestan que influye completamente y muy poco el 69.5%. Otro factor que se observa en este estudio es que el 56% dedican poco tiempo a estudiar la asignatura y no así el 44%.

La falta de perseverancia es un factor que influye en la reprobación en un 6.5% completamente, el 35.9 % influye mucho, poco el 34.8 % y muy poco el 22.8%

Otro factor es la falta de aptitudes para estudiar ya que inciden en la reprobación el 28.3% en forma concluyente, el 42.4% poco y muy poco el 29.3%.

La falta de conocimientos relacionados con la materia en el área físico matemáticas manifiestan los encuestados que el 35.9% es un factor que también incide en su reprobación y el 64.1% no lo relacionan como tal. De igual forma el 22.8% manifiestan que su reprobación es por la complejidad de las tareas, lecturas, casos de estudio, etc., que su profesor asigna como parte de la formación del estudiante. Otro factor es la falta de concentración durante el estudio en donde el 38% influye en su reprobación. Por problemas con compañeros de su clase se observa que el 8.8% incide mucho y el 81.8% % muy poco.

Otros factores que influyen en la reprobación de los encuestados es por motivos personales y/o familiares (divorcio de padres, influencia de la pareja, amigos etc.) ya que el 31.5% manifiesta que esta completamente de acuerdo. Otro factor importante en este apartado se observa el aspecto económico ya que su reprobación incide en 37.4%, poco e 26.4% y muy poco el 36.3%.

La mezcla de cada uno de los factores que convergen en forma significativa en la deserción de nuestros estudiantes, concentrando los factores críticos en el siguiente gráfico; en dónde se observa que el riesgo inicia cuando el 13.2% de estudiantes de 92 manifiestan que estudian por obligación factor que desencadena un proceso de deserción, asociado a ello declaran que la carrera que estudian no es de su preferencia incidiendo en este factor el 24.2% además de no reunir el 24.4% el perfil de ingreso a la Universidad que es un factor fundamental para estudiar un carrera de ingeniería.

Otros factores tales como falta de aptitud que reflejan el 28.3%, motivos personales 31.5%, la falta de conocimientos físico matemáticos 35.9%, los motivos económicos con 37.4%, la falta de concentración en su estudio 38.0%, alumnos que trabajan 40.7%, falta de perseverancia 42.4%, implican factores de alto riesgo en el abandono escolar y que asociados inciden en deserción escolar.



Figura 1 Fuente: Datos propios obtenidos a partir de la encuesta "Factores críticos causales de deserción en la UPTlax."

### Conclusiones

A través de instrumentos consensuados por cuerpos colegiados, piloteados y con una alta participación de profesores involucrados en el que hacer docente; se busca identificar estudiantes en riesgo y de esta forma dar seguimiento puntual al grupo de estudiantes críticos y establecer estrategias de mejora para la disminución y retención de estos.

En este estudio también se percibe la desarticulación o brecha que existe entre el sistema Universitario y bachillerato ya que los alumnos carecen de conocimientos del área físico-matemática.

Los factores en estudio también se observa que es necesario dar énfasis a la certificación de docentes en EBC, principalmente en la forma que evalúan y recaban las evidencias que presentan los alumnos.

De acuerdo a la gran demanda que existe en la Carrera de Ingeniería Industrial es necesario dar puntual seguimiento a las normas y reglamentos en alumnos de nuevo ingreso; verificando su perfil de ingreso con el objeto de evitar deserciones y frustraciones profesionales a futuros ingenieros, enfocando la docencia a una atención permanente al estudiante que derive en un desempeño académico de alta calidad a nuestros estudiantes, evitando el abandono escolar.

También es de vital importancia planear la formación docente a profesores que se incorporen a la academia y sobre todo dar a conocer las diferentes funciones inherentes a la docencia con calidad y perfil que requiere la Universidad.

El programa de tutorías de la Universidad funcionalmente debe de ser un monitor de aquellos alumnos que están en riesgo y debe de ser un programa que prevea el abandono escolar.

La Dirección del programa educativo es pilar fundamental al estudiante ya que debe de dar a conocer oportunamente cada uno de los programas, servicios, infraestructura, talleres, laboratorio, biblioteca, etc. que se ofrece a los estudiantes durante su trayectoria académica en la Universidad, con el objeto de motivar en forma sustancial y en general a todos los estudiantes del programa educativo de ingeniería industrial.

## Referencias

Sistema de gestión de calidad (SGC), Universidad Politécnica de Tlaxcala, anexo G programa educativo de ingeniería industrial, recuperado del sistema electrónico interno, mayo 2015.

Control escolar de la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Archivo electrónico sobre índice de deserción, recuperado del archivo electrónico, julio 2015.

Durkheim, E. (1897/1951), *Suicide: a study in sociology*, Traducción de John A., Spaulding y George Simpson, The Free Press, Glencoe, EE.UU.

Eccles, J., Adler, T. F. Futerrman, R., Golff, S. B., Kaczala, C. M. Meece J. L. y Midgley, C. (1983), "Expectancies, values, and academic behaviors"; en J. T. Spence (Ed.) *Achievement and Achievement Motives: Psychological and sociological approaches*, Freeman and Co., San Francisco, CA, EE.UU.

Ethington, C. A. (1990), "A psychological model of student persistence"; en *Research in Higher Education*.

Berenguer, M., Graffigna, A., Moyano, A. (2007) Tutorías, necesidades del alumno y demandas de la institución. (Unpublished dissertation). Universidad Juan Agustín Maza. Mendoza.

Donoso, S. Y Schiefelbein, E. (2007) Análisis de los Modelos Explicativos de Retención de Estudiantes: Una Visión Desde la Desigualdad Social *Estudios Pedagógicos*. Vol. XXXIII, N° 1.

Programas Institucionales de Tutorías una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las instituciones de educación superior, serie de investigación, 2ª edición corregida.

## Notas Biográficas

El **M.C. José Nemorio Méndez Mendoza** es Profesor de Tiempo Completo en Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo Ingeniería Industrial. Certificado en Plant Simulation.

El **M.A. José Juan Nava Morales** es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo de Ingeniería Industrial. Expertise en la implementación de herramientas de Manufactura de Flujo. Lean Manufacturing & Six Sigma.

La **M. en C. Elena Flores Ávila** es Profesora de Tiempo Completo en Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo Ingeniería Industrial.

La **M. T. A. Sadi Flores Farías** es Profesora de Tiempo Completo en Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo Ingeniería Industrial.

# Sistema de alerta y bloqueo de vehículos mediante GPS

Ing. Fredy Meneses Juárez<sup>1</sup>, Dr. Daniel Aguilar Galván<sup>2</sup>,  
Mc. Julio Rodríguez González<sup>3</sup> y Mc Samuel Santiago Cruz<sup>4</sup>

**Resumen**— El robo, siniestros de incendio y volcaduras son comunes en los vehículos de transporte y de carga. Fue necesario desarrollar un sistema para reducir el tiempo de respuesta de auxilio. El sistema Consiste en un dispositivo electrónico compacto, que mide las variables de localización, trazo de ruta, fuego en interior del vehículo y volcaduras. Como resultado se tiene un prototipo funcional que puede ser instalado en cualquier vehículo teniendo la posibilidad de bloquear el motor, localizar el vehículo, informar de volcadura o incendio, localizar el vehículo mediante la red o sin el acceso mediante mapas cargados. En el futuro se piensa enlazar el sistema con una red de emergencia como el 066 y agilizar los servicios.

**Palabras clave**—Tecnología GPS, comunicación GSM 3G, protocolo de comunicación TCP/IP, bloqueo vehicular, LabVIEW.

## Introducción

Debido a que en México es uno de los países con mayor robo vehicular en America Latina (Axa, AMIS 2013) y en conjunto con numerosos accidentes vehiculares de alto riesgo o graves como son volcaduras e incendios, son factores comunes de preocupación que se presentan en nuestro país (CONAPRA 2013).

Por éstas y otras razones preocupantes para los propietarios de vehículos, se diseña un sistema electrónico-informático, con la capacidad de informar al propietario o familiar, mediante mensajería de telefonía celular sobre la alteración de algunos de estos factores, así como el envío de la localización donde se presentó el siniestro, también es una herramienta importante para aquellos propietarios que cuentan con unidades en operación por choferes, monitoreando la ruta de su desplazamiento y evitando la alteración de la ruta.

En cuanto al monitoreo de ruta, se cuenta con un protocolo de comunicación TCP/IP para el envío de coordenadas geográficas a una PC, en donde se procesara la información a través de LabVIEW, con este software se indicaran las rutas transitadas mediante los mapa de google maps, utilizando la red o mediante mapas cargados sin la conexión a la misma. Este sistema cuenta con la opción de bloquear el motor por el propietario o familiar cuando así se requiera, estas cualidades del sistema permiten grandes beneficios reflejados en ahorro de capital, reducir tiempos de respuesta y salvaguardar la integridad de los ocupantes.

## Descripción del Método

En la figura 1, se muestra el diagrama a bloques del Sistema de alerta y bloqueo de vehículos mediante GPS el cual consta principalmente de las siguientes etapas: sensado GPS, procesamiento y control de variables, comunicación inalámbrica 3G, SMS, GPRS-TCP\IP, visualización de coordenadas geográficas en PC, y bloqueo del motor vehicular.

---

<sup>1</sup> Fredy Meneses Juárez es Profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Puebla, México [fredymz4@hotmail.com](mailto:fredymz4@hotmail.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Daniel Aguilar Galván Universidad Politecnica de Tlaxcala, Tlaxcala, México, [daniel.aguilar@uptlax.edu.mx](mailto:daniel.aguilar@uptlax.edu.mx)

<sup>3</sup> Julio Rodríguez González Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Puebla, México, [juliorod@starmedia.com](mailto:juliorod@starmedia.com)

<sup>4</sup> Samuel Santiago Cruz Universidad Tecnológica de Huejotzingo, Puebla, México, [ssantiago1968@hotmail.com](mailto:ssantiago1968@hotmail.com)

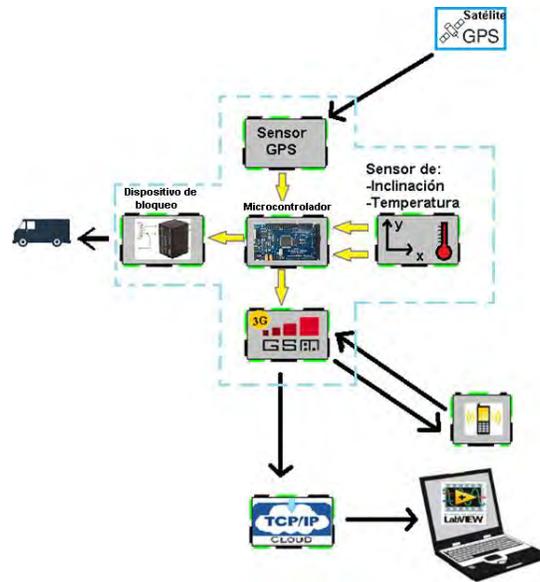


Figura 1. Diagrama a bloques del Sistema de alerta y bloqueo de vehículos mediante GPS

### Sensado del sistema GPS

El GPS (también conocido como Sistema Global de Navegación por Satélite - GNSS), es una tecnología que se ha convertido en una herramienta de trabajo para cualquier aplicación que requiera determinar posición, tiempo y/o dirección de movimiento en cualquier punto de la Tierra, para esto se utilizó un módulo GPS NEO-6 U-BLOX, la cual es un dispositivo miniatura económico y de alto rendimiento en cuanto al posicionamiento. Cuenta con características de posicionamiento de 50 canales con un TTFF (primer tiempo para corrección) de menos de 1 segundo, es capaz de realizar búsquedas paralelas masivas de tiempo / frecuencia, lo que le permite encontrar los satélites al instante, su diseño y tecnología innovadora, suprime las fuentes de interferencia y mitiga los efectos de trayectoria múltiple, dando a NEO-6 un receptor GPS excelente, incluso en los entornos más difíciles figura 2.

Los protocolos de comunicación del dispositivo GPS son NMEA, UBX y RTCM mediante una interface serial.

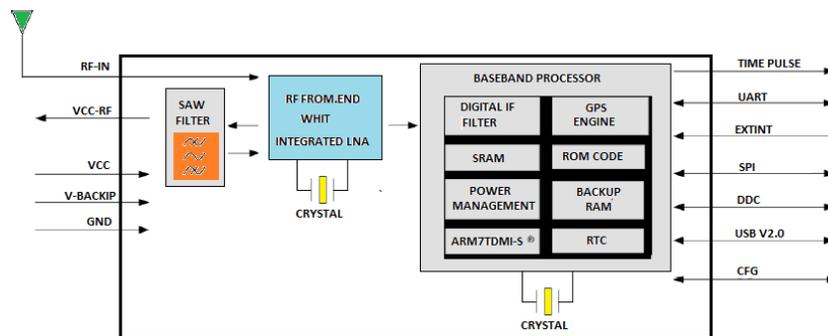


Figura 2. Diagrama a bloques del U-blox 6.

Los datos que entrega el módulo GPS siguen el protocolo NMEA siglas de National Marine Electronics Association, este protocolo tienen esta estructura:

\$GPRMC,044235.000,A,4322.0289,N,00824.5210,W,0.39,65.46,020911,,,A\*44

Este protocolo NMEA con la trama GPRMC empieza por el carácter "\$" y acaban en un carácter "A\*" seguido de dos números, éste es el checksum para poder saber si el dato recibido es correcto, los datos se separan por comas tabla 1.

044235.000	Es la hora GMT (04:42:35)
A	Es la indicación de que el dato de posición está fijado y es correcto. V sería no válido
4322.0289	Es la longitud (43° 22.0289')
N	Norte
00824.5210	Es la latitud (8° 24.5210')
W	Oeste
0.39	velocidad en nudos
65.46	Orientación en grados
020911	Fecha (2 de septiembre del 2011)

Tabla 1. Protocolo GPS

**Pruebas con el modulo GPS de U-blox**

Pruebas de enlace del módulo GPS hacia con los satélites, verificando los datos mediante una conexión serial entre Arduino y el hyper Terminal de la PC figura 3.

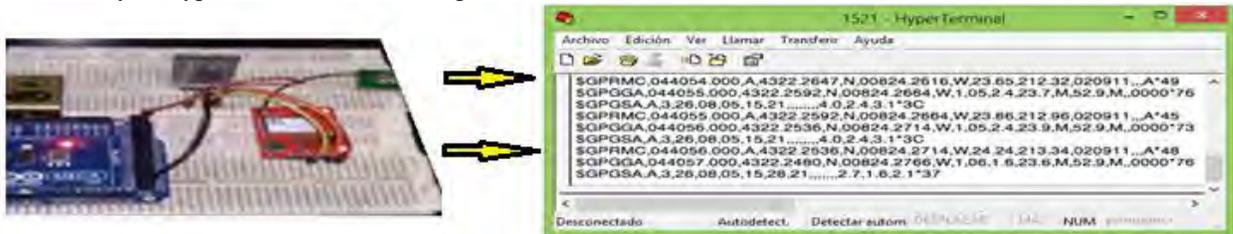


Figura 3. Conexión física del GPS y su trama de datos en Hyper Terminal.

**Procesamiento y control de variables**

Para el procesamiento de información se utilizó el microcontrolador ATmeg1280 montado sobre la placa de Arduino, la cual tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset. Contiene todo lo necesario para para el procesamiento de información y solo es necesario energizar este dispositivo mediante el ordenador con el cable USB o aliméntalo con un eliminador o batería a 12V figura 4.

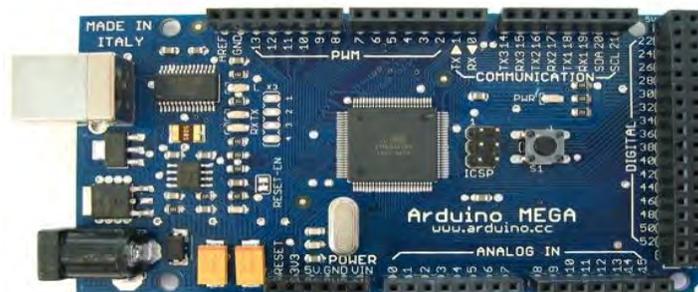


Figura 4. Arduino Mega 2560.

El microcontrolador será el encargado de procesar la información transmitida por los sensores en el vehículo (sensor de temperatura para incendio, sensor de posición x-y para volcadura y sensor GPS para posicionamiento geográfico), en esta parte la unidad de procesamiento realiza operaciones lógicas, aritméticas y de ordenamiento de información mediante programación en C, Processing, comandos AT, entre otros, después de este proceso se establece una comunicación serial al dispositivo electrónico GMS de la tercera generación 3G la cual se controla mediante comandos AT y programación en C, este módulo envía los datos de las coordenadas geográficas y mensajería de forma inalámbrica al receptor (computadoras, celulares).

### Comunicación inalámbrica 3G, SMS, GPRS-TCP/IP

Para establecer una comunicación bidireccional a distancia se utilizó un dispositivo basado en el SIM5216 la cual es un módulo GSM 3G, capaz de realizar funciones idénticas a las de un celular inteligente, el control o manipulación del GSM se realiza mediante comandos AT controlado por el microcontrolador ATmeg1280.

Este pequeño modulo maneja frecuencias HSDPA / WCDMA / GSM / GPRS / EDGE. Este módulo está diseñado para proyectos industriales, de domótica, desarrollos para autos entre otros figura 5.



Figura 5. Esquema del módulo SIM5216E.

El GSM se configura mediante comandos AT para establecer una comunicación del tipo GPRS, GSM, 3G, HTTP, FTTP, entre otras conexiones, la cual nos permitirá establecer una comunicación con algún servidor estático o lo que comúnmente se conoce como datos en la nube.

Esta es la forma de poder establecer una comunicación y control entre el módulo SIM5216 y el microcontrolador ATmeg1280 mediante comandos AT tabla 2.

#### *Mandando un mensaje*

**Pasos:**

Envía: AT

Envía: AT+CMGF=1

Envía: AT+CMGS="XXXXX" (xxxx este es el número del receptor )

Después se vera en el hyperterminal '>' se escribir el mensaje que se va a mandar.

Presione 'ctrl+z'(si se requiere cancelar).

#### *Hacer una llamada*

**Pasos:**

Envia:AT

Envia:ATDXXXXXXX; (xxxxxxx es el número a marcar)

Tabla 2. Comunicación por mensajería a teléfono celular.

### Visualización de coordenadas geográficas en PC

Para el procesamiento de coordenadas geográficas en la PC se empleó la herramienta de Google Static Maps API en conjunto con LabVIEW.

En labVIEW se crea la interface del usuario, en donde se visualiza los mapas con la localización del vehículo. Para esto se establece una comunicación Ethernet TCP/IP entre el sistema electrónico de localización y la PC, Con esto se logra obtener las coordenadas geográficas en LabVIEW para su procesamiento.

Es necesario procesar las coordenadas geográficas para reducir espacio y ser representadas en un mapa por LabVIEW, estas coordenadas deben seguir un protocolo de encriptación establecido por Encoded Polyline de API de Google Static Maps. El API de Google Static Maps permite formar direcciones para sólo incorporar imágenes de Google Maps en la página web, de esta manera no es necesario diseñar la aplicación en JavaScript o cargar la página dinámica. El servicio API de Google Static Maps crea mapas basados en los parámetros de URL enviados a través de una petición HTTP estándar y esto devuelve el mapa como una imagen que se muestra en la página web.

### Polilíneas codificadas (Encoded Polylines)

En lugar de introducir en un link con una serie de coordenadas de lugares, en su lugar se declara una ruta con codificación polyline enc: la cual es el prefijo de la declaración de la ubicación de la ruta, tal es el caso de las siguientes direcciones:

19.206875	-98.391045
19.206884	-98.390968
19.206974	-98.390984
19.206961	-98.390816
19.206917	-98.390862
19.205608	-98.390556
19.206903	-98.390884
19.207140	-98.390869
19.207035	-98.390907
19.206953	-98.390923

Tabla 3. Coordenadas geográficas

Estas coordenadas geográficas tabla 3 especifican el mismo resultado que el código convertido en Polylines. `_jftB~~owQAOQB@a@FHdG}@aG`Ao@CRFNB`

Aquí se muestra el link con la trama de datos para abrir en la red un mapa con las coordenadas mostradas anteriormente.

[http://maps.googleapis.com/maps/api/staticmap?zoom=14&size=600x500&mapttype=roadmap&center=19.206953,-98.390923&markers=color:blue%7C19.206953,-98.390923&path=weight:3%7Cenc:\\_jftB~~owQAOQB@a@FHdG}@aG`Ao@CRFNB](http://maps.googleapis.com/maps/api/staticmap?zoom=14&size=600x500&mapttype=roadmap&center=19.206953,-98.390923&markers=color:blue%7C19.206953,-98.390923&path=weight:3%7Cenc:_jftB~~owQAOQB@a@FHdG}@aG`Ao@CRFNB)

Mediante este método de conversión Polyline, es el ejecutado en LabVIEW para obtener los siguientes resultados:

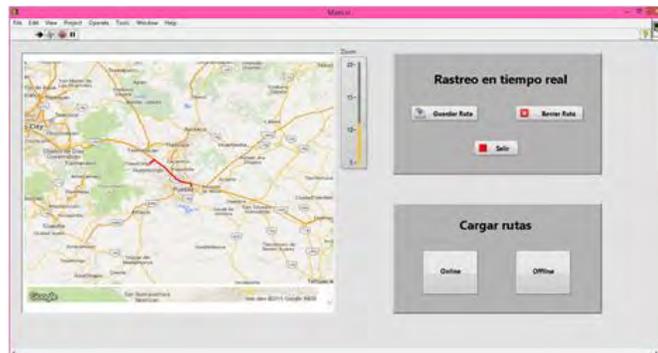


Figura 6. Visualización de coordenadas geográficas en LabVIEW

### Bloqueo del motor vehicular

Esta es la parte final en donde se utiliza un relevador electrónico con la finalidad de bloquear algún punto en específico sobre el ramo de encendido automotriz. Este dispositivo es comandado por el sistema de seguridad implementado. En la figura 7 se muestra un circuito a bloques se indica el arnés eléctrico automotriz en donde se puede interrumpir algún punto en específico, cortando la trayectoria del sistema eléctrico y evitando que el motor trabaje.

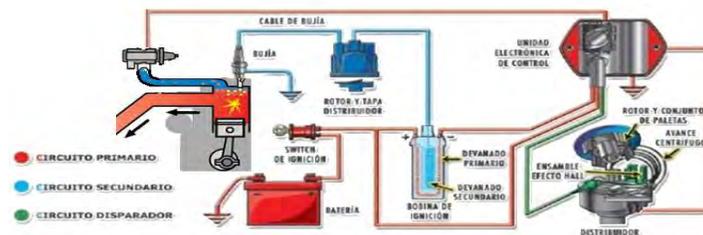


Figura 7. Diagrama a bloques del encendido de un auto.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que el sistema funciona adecuadamente, las numerosas pruebas que se realizaron fue en un automóvil, en donde se monitoreo por diversos días y en diferentes circunstancias de clima, la cual, las señal de GPS se recibieron constantemente y en cuanto a la transferencia de datos del sistema electrónico a la PC, presento mínimos detalles por cuestión de cobertura de señal GPRS mostrado en la tabla 4, ya que en cuestión de minutos, se restablecía el enlace sin generar mayor problema en la localización y en el bloqueo del motor vehicular.

Prueba	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Promedio conexión GPRS
Ciudad	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0.26
Montañoso	3	4	2	3	6	3	4	2	4	5	4	3	4	5	3	2	2	3	4	3.5

Tabla 4. Tabla comparativa del cobertura de red en lugar montañoso y en ciudad

### Conclusiones

Finalmente se concluye con el prototipo físico y funcionando de acuerdo a las características del objetivo planteado, trayendo resultados satisfactorios y generando las siguientes conclusiones.

Se concluye con un sistema eficaz con la capacidad de resolver diversas variables y situaciones de riesgo vehicular, por la que no existe en el mercado un sistema que contenga estas posibilidades y beneficios en un mismo sistema, siendo un sistema funcional y completo, así como tener la capacidad de ser modificado y adaptado a las necesidades del propietario, y sobre todo obteniendo un producto mexicano similar al de otros países ya existentes.

Es una satisfacción haber concluido con un sistema que limite la problemática existente en nuestro país, enfocado al monitoreo, localización, alerta y bloqueo de la unidad vehicular en caso de accidente o robo de la unidad.

Es un sistema electrónico fácil de adquirir por su precio y sin depender de una compañía, evitando rentas mensuales y clausulas, siendo un sistema exclusivo y manipulado por el propietario de la unidad vehicular. Finalmente es una satisfacción haber aplicado los conocimientos tecnológicos para solventar una problemática existente, obteniendo un producto final con un funcionamiento eficaz respaldado por las numerosas pruebas realizadas y por el cumplimiento al objetivo planteado.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en enlazar un protocolo de comunicación con números de emergencia como el 066, así como el enfoque a la transferencia de información inalámbrica mediante servidores gratuitos y por último, la protección a sistemas inhibidores de señal, ya que es la parte que resulta de mayor problema en el sistema.

## Referencias

- GPS: posicionamiento satelital / Eduardo Huerta; Aldo Mangiaterra; Gustavo Noguera - 1a. ed. Editora UNR. Pp. III-1 – III-11, 2005.
- GPS: posicionamiento satelital / Eduardo Huerta; Aldo Mangiaterra; Gustavo Noguera - 1a. ed. Editora UNR. Pp. VI-1 – VI-6, 2005.
- Funcionamiento gps / Gustavo a. Jiménez correa. Grupo de telecomunicaciones y señales barranquilla. PP. 25-45, 2007.
- [https://www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/NEO-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf)
- Mexico, el país con más robo de autos en América Latina – (Axa, AMIS 2013). El universal ciudad de México 14 d3 febrero del 2013 Disponible en línea en: <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/903319.html>, acceso el 15 enero 2014.
- Tercer informe sobre la situación de la seguridad vial, Mexico – (CONAPRA 2013). Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, Disponible en línea: <http://es.scribd.com/doc/189071946/Tercer-informe-sobre-la-situacio-n-de-la-seguridad-vial-Mexico-2013-CONAPRA#scribd>, acceso el 16 enero 2014.

# SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD UN MÉTODO PARA DISMINUIR EL COSTO OPERATIVO, TLAXCALA, MÉXICO

Dra. Mitre Camacho Sofia<sup>1</sup>, Dra. Ramírez Elías Gloria <sup>2</sup>,  
M.A. Castro López Virginia <sup>3</sup>, M.A.D. Diaz Mitre Héctor Hans <sup>4</sup>

Universidad Autónoma de Tlaxcala

**Resumen**-La gestión de calidad representa el actual paradigma económico cuyo objetivo es la mejora continua de los procesos, con la finalidad de ofrecer a los consumidores servicios a precios justos, brindados con las especificaciones de las partes interesadas en la organización, emanadas de diversas organizaciones preocupadas por la estandarización en calidad. La investigación revisa los fundamentos de la gestión de calidad mediante la formulación de la siguiente pregunta: ¿Cómo los sistemas de calidad pueden prevenir los costos en las organizaciones? La metodología para esta investigación es mixta, transversal, documental de campo y aplicativa en un caso dentro de una organización que presta servicios de Contact Center (asesoría telefónica, chats y atención a clientes) cuyo propósito es el estudio de los principales modelos de calidad que han permitido la mejora continua de los procesos, sistemas y servicios en las operaciones de las entidades con la finalidad de satisfacer las necesidades de nuestro cada cliente.

**Palabras clave:** gestión de calidad, procesos, costos, contact center.

## Abstract

Quality management represents the current economic paradigm aimed at continuous improvement of processes, in order to offer consumers services at fair prices, specifications provided stakeholders in the organization, issued by various organizations concerned standardization and quality. The research reviews the fundamentals of quality management by formulating the following question: how quality systems can prevent costs in organizations? The methodology for this research is mixed, cross, documentary and applicative field in a case within an organization that provides contact center services (telephone advice, chats and customer) whose purpose is the study of the main models of quality They have enabled the continuous improvement of processes, systems and services in the operations of the entities in order to meet the needs of our every customer.

**Key words:** quality management, processes, costs and contact center.

## Justificación

Día a día, miles de organizaciones están siendo operadas con el único propósito de satisfacer a todos y cada uno de sus clientes apostando todo en el tema de atención y servicio. Para ello es requerida la contratación de empresas especializadas en la prestación de servicios de asesoría capacitada de acuerdo a diferentes especificaciones de cada proyecto en relación al mercado y así cumplir las necesidades de los usuarios finales que contratan cada servicio. Sin embargo no solo se puede brindar un servicio con características solicitadas por el cliente, las empresas enfocadas a verificar y dar un plus adicional en cada prestación debe implementar un sistema de gestión de calidad el cual genera un costo necesario para poder lograr dichas características requeridas. Este sistema de gestión de calidad implica una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos (recursos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias) para lograr la calidad de los servicios que se ofrecen al cliente, es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización, el definir estrategias, políticas, objetivos y lineamientos para el logro de la calidad y satisfacción del cliente implica una proceso de reingeniería afin de sumar todos los esfuerzos de la organización y poder redefinir dichos movimientos. Al modificar los procesos en la organización se refiere a un costo en la capacitación de recursos utilizados para poder homologar y asignar a cada personal la tarea adecuada, el Equipo y/o maquinarias necesarias para la prestación del servicio, el ambiente de trabajo y el recurso financiero necesario para apoyar las actividades de la calidad. Si bien con la implementación de un sistema de calidad se puede prevenir errores con cada cliente evitando un gasto adicional al ser correctivos ante las situaciones presentadas al momento de prestar un servicios.

### Antecedentes

Europa y Estados Unidos fueron los primeros en determinar y definir los costos de calidad. Sin embargo, estas definiciones sea han modificado conforme han cambiado los conceptos de la administración de la calidad total y el mejoramiento de la calidad.

Por lo tanto es difícil determinar cuándo surgió el concepto de costos relacionados con la calidad. La mayor parte de los primeros documentos acerca de la calidad solo mencionan los costos de inspección, reelaboración, reparación y garantías.

El término “costos de calidad” ya se usaba en Europa occidental a principios de la década de 1960 y probablemente su origen se dio en la clasificación de costos de prevención, valoración y por defecto. Su invención se atribuye al ensayo fundamental de Feigenbaum publicado a mediados de la década de 1950. En 1967 la sociedad estadounidense de control de calidad (ASQC) publicó el folleto Quality Costs- What And How (costo de calidad- que y como), en el que los costos de calidad se definen solo por categorías en base que proponía Feigenbaum. (Dale, 1993)

En este folleto se revisó en 1970 y 1974, siendo probablemente la obra definitiva sobre (Cooper, 1991) el tema, aun cuando no incluye todos los elementos del costo relacionados con la calidad en el caso de un sistema total de la administración de la calidad de productos y servicios.

La ASQC, hizo otras publicaciones que exponen aspectos prácticos de los costos de calidad, los cuales fueron Guía For Reducing Quality Cost (guía de reducción de costos de calidad) Guía For Managing Supplier Quality Cost (guía de costos de calidad para administrar proveedores).

La Institución De Normas Británicas realizó una publicación la BS 6143 Guía To The Determination And Use Of Quality Related Costs (guía para la determinación y publicación de costos relacionados con la calidad), la cual abordaba los aspectos usados por la ASQC.

El cálculo de los costos de calidad se ha usado primordialmente en la industria manufacturera pero en la actualidad interesa cada vez más al comercio, al sector público y a las empresas relacionadas con los servicios. Los autores Dale Y Plunkett describen de qué manera utilizan el cálculo del costo de calidad, los talleres técnicos de British Airways, John Russell y El National Westminster Bank. En el caso del banco se refiere al costo de la calidad como al costo que se deriva por cometer errores. (Sons, 1987)

A partir de 1975 la crisis del petróleo actúa como un impulso para elevar la calidad y la competitividad de las organizaciones, la crisis provoca una competencia nueva por el mercado mundial, la presencia de los nuevos poderes asiáticos encabezados por Japón así como de otras naciones del Pacífico como Corea, Taiwán, Singapur y Hong Kong dentro de una estrategia de calidad lleva a Estados Unidos a ser desplazado como el primer productor mundial de automóviles, de esta manera los japoneses se convertían en los amos de la tecnología a finales del siglo XX, los japoneses haciendo uso de sus estrategias de Círculos de Control de Calidad y Total Quality Control se habían convertido en los líderes de la calidad, a partir de 1990 sólo los países que tuvieran un verdadero y estricto control de calidad, que aplicaran normas de calidad y sistemas de certificación como el de ISO 9000 tendrían cabida en el mundo del siglo XXI, han sido constante para el mejor manejo de la calidad y la productividad, el mundo que iniciará en el nuevo siglo y el nuevo milenio tendrá en la globalización de la calidad el fundamento específico para la competitividad, solamente las naciones que tengan la capacidad de mostrar que tienen calidad podrán ofertar en el mercado mundial, para estos tiempos es lógico pensar que el sistema ISO 9000 que tiene vigencia sobretudo en Europa principalmente en Inglaterra, pero también en América Latina, Estados Unidos y Canadá tendrá que ser un sistema cada vez de mayor uso, un sistema que a través de la visión de normalización de la calidad y normalización así como el aseguramiento de la calidad por estándares a control permite demostrar a través de la certificación que los productos de una fábrica de un determinado país pueden entrar a un mercado globalizado y pueden cumplir con los estándares internacionales.

A partir de 1970 las normas ISO 9000 han tenido cada vez mayor vigencia. En los años 90 estas normas han sido revisadas de sus borradores originales y constantemente reactualizadas, a partir del año 2000 la ISO 9000 regulará los sistemas de comercio mundial en Occidente, y los sistemas de calidad serán el único fundamento que permitirá a las empresas sobrevivir en un mundo cada vez más competitivo. (Cuatrecasas, 1999) (ISO 9000 Manual de sistemas de Calidad, 1998)

### Marco teórico

Hoy día en el escenario internacional dos son los sistemas predominantes en el ámbito de la gestión de calidad, tanto para organismos públicos como privados, estos son: ISO (International Standards Organization) y EFQM (European Foundation for Quality Management), de las cuales en seguida se hacen algunos comentarios.

- A) La Organización internacional de estándares (ISO, por sus siglas en inglés), es una organización no gubernamental creada en 1947 y constituida por una red de organismos e institutos de normalización de más de 160 países, reconocida como el mayor diseñador de normas capacitado para avalar las características deseables de los productos y servicios, tales como la calidad, respeto al medio ambiente, seguridad, fiabilidad, eficiencia y de intercambio, en consonancia con los acuerdos de la Organización Mundial del Comercio.

El sistema ISO agrupa una amplia gama de normas organizadas por familias, en la cual ISO 9000 se refiere a las prácticas de gestión de la calidad. Incluye los siguientes estándares: - ISO 9000:2000, Sistema de gestión de calidad, fundamentos y vocabulario - ISO 9001:2000, Sistema de gestión de calidad, requerimientos - ISO 9004:2000, Directrices para la mejora de resultados. El sistema ISO se basa en un conjunto de ocho principios de gestión de la calidad, los cuales se definen en las normas arriba mencionadas.

Estos principios son los siguientes:

- 1) **El enfoque al cliente.** Busca garantizar un enfoque equilibrado entre la satisfacción de las necesidades de los clientes y otras partes interesadas, como son propietarios, empleados, proveedores, gobierno, las comunidades locales y la sociedad.
- 2) **Liderazgo.** Los líderes deben ser capaces de establecer la unidad de propósito y de dirección de la organización, crear el ambiente interno óptimo para alcanzar los objetivos, estableciendo una clara visión de futuro sustentada en una sólida misión y valores compartidos.
- 3) **Participación de las personas.** Como ideal complemento del liderazgo, la gente en todos los niveles de la jerarquía son la esencia de la organización, la gerencia centrada en las personas inspira la plena participación para alcanzar el máximo compromiso.
- 4) **Enfoque de proceso.** Un objetivo se alcanza con mayor eficacia cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan y se desarrollan como un proceso, y se aplica el método de la mejora continua, mediante la evaluación permanente del desempeño.
- 5) **Enfoque de sistema de la gestión.** La identificación, comprensión y gestión de procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia de la organización y la eficiencia en el logro de sus objetivos, proporcionando confianza a las partes interesadas.
- 6) **La mejora continua.** En relación con los procesos, sistemas, productos y el desempeño en general de la organización debe ser un objetivo permanente.
- 7) **Enfoque de hechos para la toma de decisiones.** En el contexto de la racionalidad limitada de los directivos, la ambigüedad y la incertidumbre en la organización, las decisiones eficaces se basan en el análisis de datos e información confiable.
- 8) **Relaciones en beneficio recíproco con proveedores.** Una organización y sus proveedores son actores interdependientes y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor agregado a los procesos, sistemas, productos y servicios. Generalmente las normas ISO son específicas de un determinado producto/servicio, material o de un proceso. Sin embargo, las normas ISO 9001 (calidad) e ISO 14001 (medio ambiente) son normas generales de sistemas de gestión, aplicables a cualquier organización, grande o pequeña, o cualquier producto o servicio y sector de actividad; ya sea del sector privado, público y/o social. (ISO 9000 Manual de sistemas de Calidad, 1998)

B) La Fundación Europea para la Gestión de Calidad (EFQM, por sus siglas en inglés) es una membresía basada en organizaciones sin fines de lucro, creada en 1988 por 14 empresas europeas líderes en su ramo, con la misión de dirigir la fuerza de la excelencia sustentable en Europa y una visión de organizaciones excelentes, mediante la promoción del concepto de socio con empresas similares en Europa, las cuales han ayudado a desarrollar los conceptos fundamentales y promover el Modelo de Excelencia de EFQM2. Para que una organización pueda maximizar los beneficios de la adopción del Modelo EFQM de la Excelencia, un equipo de gerentes debe primero asegurar su acuerdo con los conceptos. Si éstos no están totalmente comprendidos y aceptados, los progresos con la adopción del modelo será difícil y potencialmente, sin sentido. Los conceptos fundamentales de la excelencia son los siguientes: (Gestión, 2015)

- 1) Orientación de resultados. Lograr resultados que complazca a todos los stakeholders de la organización. 1 ISO, International Standards Organization, [www.iso.org/](http://www.iso.org/), consultado el 3 de febrero de 2012 2 Modelo EFQM para compañías de excelencia. Koontz y Wheirich (1998) Administración comparada. McGrawHill, México.
- 2) Enfoque en los clientes. Referido a la creación sustentable de valor para el cliente.

3) Liderazgo y constancia de propósito. La excelencia es un liderazgo visionario e inspirador, acompañada de la constancia de propósito.

4) Administración por procesos y hechos. El manejo de la organización a través de un conjunto de sistemas interdependientes e interrelacionados, procesos y hechos.

5) Desarrollo de personal e involucramiento. Relativo a la maximización de la contribución de los empleados mediante su desarrollo e involucramiento.

6) Aprendizaje continuo, innovación y mejora. Concerniente al desafío del status quo mediante la utilización del aprendizaje para crear innovación y oportunidades de mejora.

7) Desarrollo de socios. Se refiere al desarrollo y mantenimiento de socios con valor agregado.

8) Responsabilidad social corporativa. Significa exceder la estructura mínima regulatoria en que la organización opera y se esfuerza por entender y responder a las expectativas de sus stakeholders en la sociedad.

Cualquiera que sea su sector, tamaño, estructura o madurez, para alcanzar el éxito, las organizaciones necesitan establecer una apropiada estructura gerencial. El Modelo EFQM de Excelencia fu introducido a inicios de 1992 como un instrumento para la evaluación de las organizaciones para el Premio Europeo de la Calidad. Es ahora ampliamente utilizado para el arreglo organizacional en Europa y ha llegado a constituir las bases para la mayoría de los premios nacionales y regionales de calidad. El Modelo es una práctica herramienta que puede ser usado de diversas formas: como un instrumento de auto-evaluación, como una forma de benchmarking con otras organizaciones, como una guía para identificar áreas de oportunidad, como base para un vocabulario común y una forma de pensamiento o simplemente como una estructura para el sistema gerencial de la organización. El Modelo EFQM de Excelencia es una estructura basada en nueve criterios, cinco de los cuales (liderazgo, administración de personal, políticas y estrategias, recursos y procesos) se llaman Habilitadores (se refieren a la manera en que la organización obtiene resultados); y cuatro (satisfacción de los empleados, satisfacción del cliente, impacto en la sociedad y resultados empresariales) se denominan Resultados (referidos a los logros de una organización). Los resultados son causados por los habilitadores, y éstos son mejorados utilizando la retroalimentación de los resultados. El Modelo reconoce la existencia de muchos enfoques para alcanzar la excelencia sustentable en todos los aspectos del desempeño. La satisfacción del cliente, la satisfacción de los empleados y el impacto en la sociedad se consiguen por medio del liderazgo, el cual debe regir las políticas y estrategias, la administración de personal y los recursos y procesos para desembocar en la excelencia en los resultados empresariales. El Modelo EFQM es presentado en el diagrama siguiente. Las flechas enfatizan la naturaleza dinámica del modelo, y muestran la innovación y el aprendizaje ayudando a mejorar los habilitadores que se dirigen a resultados mejorados. Los porcentajes que aparecen en la siguiente figura indican el peso asignado en el premio EFQM

### Objetivo

Implementar un sistema de gestión de la calidad en una estructura operacional de trabajo, documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones del capital humano, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

### Desarrollo

La empresa Capta S.A de C.V decide implementar un sistema de gestión de calidad en su organización basado en las normas ISO con el propósito de mejorar todos los procesos de la misma y poder otorgar a sus clientes una mayor seguridad y confianza en los servicios que presta, a demás busca ser preventivos ante futuras operaciones que puedan implicar un costo excesivo.

Como primer paso se tiene que definir una política de calidad adicional a las que ya se tienen.

El sistema de gestión de calidad requiere un proceso de implementación y se debe tomar en cuenta la siguiente estructura:

- Estrategias: Definir políticas, objetivos y lineamientos para el logro de la calidad y satisfacción del cliente. Estas políticas y objetivos deben de estar alineados a los resultados que la organización desee obtener.
- Procesos: Se deben determinar, analizar e implementar los procesos, actividades y procedimientos requeridos para la realización del producto o servicio, y a su vez, que se encuentren alineados al logro de los objetivos planteados. También se deben definir las actividades de seguimiento y control para la operación eficaz de los procesos

- Recursos: Definir asignaciones claras del personal, Equipo y/o maquinarias necesarias para la producción o prestación del servicio, el ambiente de trabajo y el recurso financiero necesario para apoyar las actividades de la calidad.
- Estructura Organizacional: Definir y establecer una estructura de responsabilidades, autoridades y de flujo de la comunicación dentro de la organización.
- Documentos: Establecer los procedimientos documentos, formularios, registros y cualquier otra documentación para la operación eficaz y eficiente de los procesos y por ende de la organización

### **(SGC) SISTEMA DE GESTIÓN CAPTA**

#### **CAPTA S.A DE C.V POLITICA DE CALIDAD**

Conscientes de nuestra responsabilidad ante los clientes, accionistas, trabajadores y la sociedad, todos los que integramos Capta nos comprometemos a:

- Satisfacer a nuestros clientes, accionistas y usuarios finales proporcionando servicios que cumplan con los requisitos de calidad, costo y tecnología, buscando hacer crecer el negocio.
- Trabajar bajo un sistema disciplinado, constante y de mejoramiento continuo para cumplir nuestros objetivos y metas.
- Cumplir con la normatividad legal y con los requisitos de las dependencias gubernamentales y de nuestros clientes.

#### **OBJETIVOS CAPTA S.A DE C.V**

- Satisfacción del cliente.
- Obtención de nuevos clientes.
- Organización sistemática de la empresa (Gestión por procesos).
- Mejora continua.
- Emular o diferenciarse de la competencia.
- Reducir costos de no calidad.
- Requisito de las administraciones públicas.
- Exigencias de grupo (Multinacional).

#### **PROCESOS CAPTA S.A DE C.V**

Servicios:

- Asesoría en línea (chat y e-mail): por medio de internet.
- Atención a clientes (vía telefónica): por medio de una llamada.

#### **DOCUMENTACIÓN SGC**

##### **Documentación SICCSA**

- POLÍTICAS (Las normas por las que se rigen todo el personal de la organización)
- FORMATOS (Para cualquier trámite es necesario un formato el cual valide dicho movimiento)
- PROCEDIMIENTOS (son los pasos a seguir para realizar cualquier actividad, nos muestra el orden y procesos para la elaboración de formatos, procedimientos, formularios)
- FORMULARIOS (son especificaciones de cada proyecto a solicitud del cliente)
- MANUALES (Son los complementos utilizados para poder realizar cualquier actividad solicitada por nuestros usuarios)

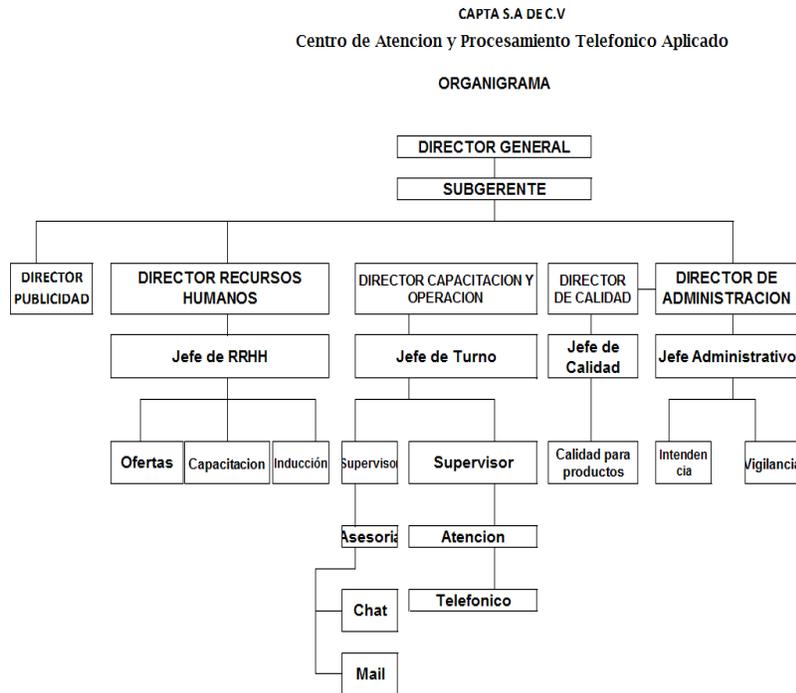
#### **Indicadores**

Incidentes de riesgos = 1

Incidentes de seguridad de la información = 0

Promedio de calidad = 85

## ESTRUCTURA ORGANIZACIÓN CAPTA S.A DE C.V



### Certificaciones

CAPTA S.A DE C.V es una empresa orientada 100% a las necesidades del mercado, a desarrollar las competencias de su personal y a establecer relaciones de negocio perdurables y de gran satisfacción mutua, por tal motivo trabajo bajo las mejores prácticas.

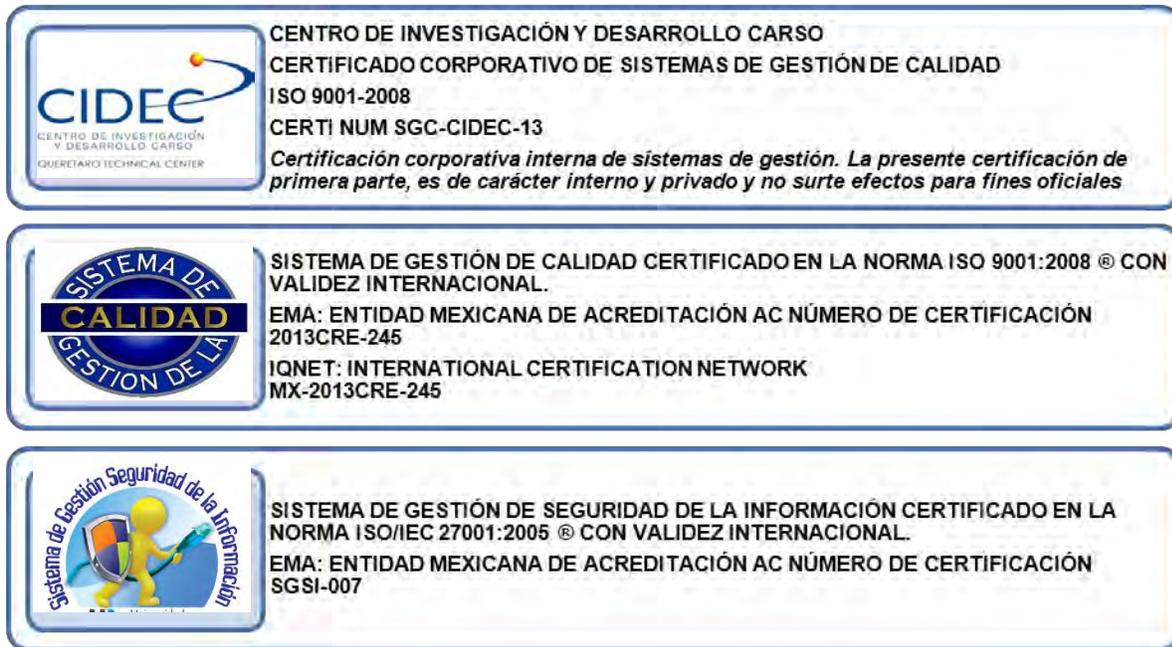


Figura no. 1 Diferentes sistemas de gestión de calidad internacional

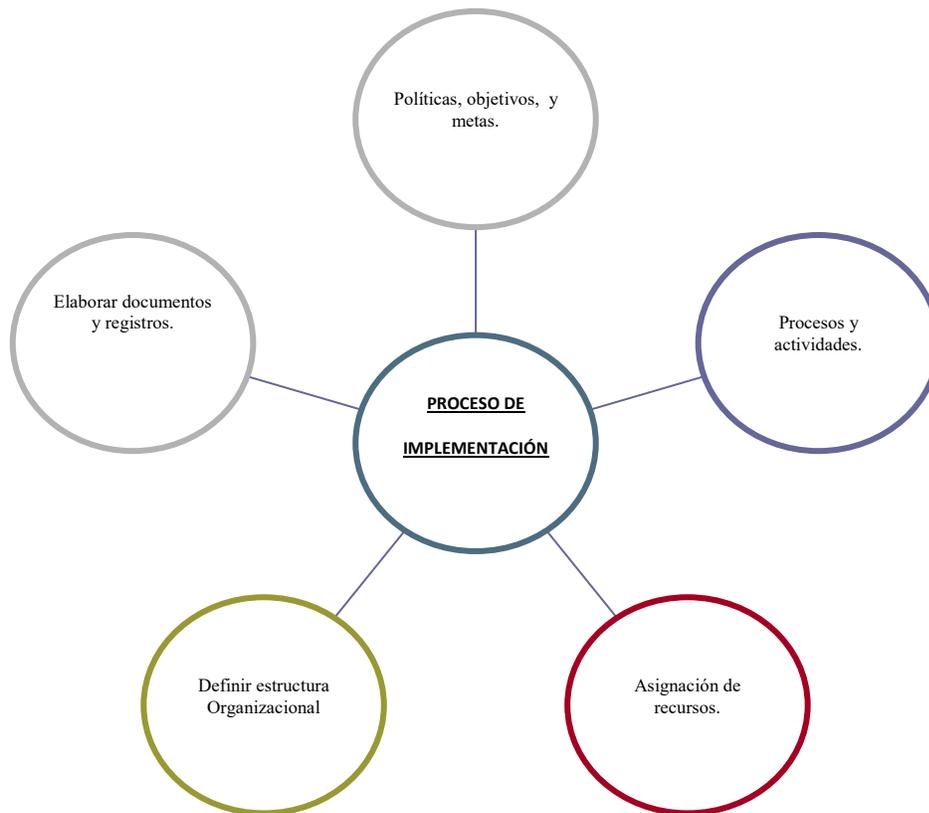


Figura no. 2 Proceso SGC, elaboración propia

## Conclusiones.

Los sistemas gestión de calidad se han convertido en los métodos de trabajo de mayor relevancia en el entorno actual de las organizaciones en el cual prevalecen las exigencias de la alta calidad en los servicios. El sector de servicios en cualquiera de sus tipos o especialidades, desde el servicio telefónico o los que son brindados a través de redes sociales o en casos extremos, exigen que los prestadores de servicios se encuentren alineados a los diferentes sistemas de calidad, ya sea los explicados en este documento; ISO o EFQM, u otros como pueden ser los distintivos o reconocimientos del servicio de Contact Certer en particular. Además, demandan de los prestadores de servicio, que deben cumplir las normas y disposiciones.

## Bibliografía

- Cooper, R. &. (1991). Profit priorities from Activity Based Costing. *Costing*, 69.
- Cuatrecasas, L. (1999). Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación. En L. Cuatrecasas, *Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación* (pág. 2000). Barcelona, España: La Habana.
- Dale, P. B. (1993). *La calidad no cuesta*. México: Iberoamérica.
- Feigenbaum, A. V. (1994). *Control Total de la Calidad*. México: Continental, S. A de C. V.
- Gestión, C. E. (11 de 11 de 2015). *Club Excelencia en Gestión*. Obtenido de <http://www.clubexcelencia.org/>
- Hernández Sampieri, R. y. (1998). *Metodología de la investigación*. México: Mc. Graw Hill.
- ISO 9000 Manual de sistemas de Calidad. (1998). En D. Hoyle, *ISO 9000 Manual de sistemas de Calidad* (pág. 46). España: Paraninfo.
- Lamprecht, J. L. (1996). *ISO 9000 Implementation dor Small Business*. Estados Unidos: ASQC Quality Press.
- Méndez, A. (1999). *Metodología: Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias economicas, contables y administrativas*. Colombia : Mc Graw Hill.
- Scheme, E.-M. a. (s.f.). *Eco-Management and Audit Scheme* .
- Sons, J. W. (1987). The Roots of Quality Control in Japan. En J. W. Sons, *The Roots of Quality Control in Japan* (págs. 454-461). Sarin, Rakesh: Buffa, Elwood.

# Desarrollo de una plataforma web que determine la satisfacción de clientes finales, usando herramientas libres y técnicas de minería de datos

Ing. Adrian Alfonso Montiel Abad<sup>1</sup>, Dr. Edmundo Bonilla Huerta<sup>2</sup>,  
Dr. Roberto Morales Caporal<sup>3</sup>, Dr. José Federico Ramírez Cruz<sup>4</sup>

**Resumen**—A lo largo del tiempo el software libre ha sido utilizado para crear herramientas eficientes y de bajo costo que ayudan a las empresas a crecer. En este artículo es mostrar que, con la ayuda de las herramientas se puede desarrollar una plataforma web capaz de determinar la satisfacción de clientes finales, sobre los artículos o servicios ofrecidos por las empresas que utilicen la misma. Para poder obtener los datos con los cuales se obtendrá la medición de la satisfacción del cliente, es necesario preguntarle a los clientes sobre los productos y servicios, para ello será necesario usar encuestas, para que posteriormente los datos arrojados de las encuestas

**Palabras clave**— Satisfacción del cliente, Software libre, Minería de datos.

## Introducción

Hoy en día las empresas para poder mantener a sus clientes, o poder atraer a más han necesitado implementar metodologías de marketing para poder mejorar la calidad de los productos o servicios ofrecidos. Una de esas metodologías es la evaluación de la satisfacción del cliente. La satisfacción del cliente juega un papel importante para que las organizaciones ideen estrategias las cuales ayuden a la mejora constante de sus productos o servicios, además que puede ayudar a mejorar la competitividad, e identificar oportunidades de mercado.

Para poder automatizar este proceso se puede hacer uso de las tecnologías de la información, las cuales en los últimos años han llegado a ser herramientas muy útiles para las empresas. Ejemplo de ello está en el internet, el cual ha ayudado a que los mercados lleguen a más público por todas partes del mundo, para poder entrar en el mercado de internet es necesario hacerlo por medio de una aplicación de teléfono, alguna página web, o bien por una plataforma web, en las cuales se puede interactuar más que en una página web.

Actualmente existen empresas como Oracle o SAP, que te ofrecen servicios para la medición de la satisfacción de los clientes, pero sus precios son elevados como para que una pequeña o mediana empresa, que está empezando o que está en proceso de crecer los pueda adquirir. Sin embargo para que los costos no sean tan elevados hay desarrolladores los cuales trabajan con herramientas libres las cuales, algunas son gratuitas, y se pueden obtener resultados igual de eficientes que los que te ofrecen las grandes empresas.

El poder combinar herramientas libres con técnicas de minería de datos, dan un resultado poderoso, ya con la minería de datos se puede tratar la información, para así poder tener información más exacta y con esta se pueda tomar decisiones de qué hacer con los productos o servicios.

## Marco Teórico

### *Como medir la satisfacción del cliente*

La definición de satisfacción del cliente, en el libro (How to measure customer satisfaction, 2003, p.8), la satisfacción del cliente se refiere a, “la medida como actúan los productos totales de la organización en relación a un conjunto de requerimientos del cliente”, esto indica que la satisfacción tiene que ser medida desde las 2 partes, tanto lo que el cliente califica como lo que la organización esperaba obtener. Para poder medir la satisfacción del cliente es necesario tener en cuenta los requerimientos del cliente, claro que no todos los requerimientos tendrán el mismo peso que otros, ya que algunos de estos serán muy específicos para un conjunto de clientes. Otra de los puntos para tener en cuenta es saber si el cliente está satisfecho con el desempeño de la empresa, esto es con el fin de estar por delante

<sup>1</sup> Ing. Adrian Alfonso Montiel Abad es estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de México, Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [adrianmontiel.92@gmail.com](mailto:adrianmontiel.92@gmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Edmundo Bonilla Huerta es Profesor en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [edbonn@itapizaco.edu.mx](mailto:edbonn@itapizaco.edu.mx)

<sup>3</sup> Dr. Roberto Morales Caporal es Profesor en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [moralescaporal@hotmail.com](mailto:moralescaporal@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dr. José Federico Ramírez Cruz es Profesor en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [federico\\_ramirez@yahoo.com.mx](mailto:federico_ramirez@yahoo.com.mx)

de las empresas que son competencia, por ejemplo el trato al cliente puede ser un factor importante para que el cliente quede satisfecho o no.

Para obtener los datos necesarios para medir la satisfacción del cliente se necesita que el mismo los proporcione y para poder obtenerlos, la empresa o la organización necesita preguntarles, para ello se usan encuestas las cuales tendrán preguntas enfocadas a obtener datos necesarios para saber en qué se debe mejorar, o saber si la empresa está trabajando bien.

#### *Herramientas libres para la web*

El Movimiento de Software Libre surge a principios 1980 con Richard Stallman del Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT. Crean en 1985 la Fundación GNU (<http://www.gnu.org>), para avanzar el movimiento y fomentar el desarrollo de software libre. Las computadoras sin la existencia de herramientas de software no son de utilidad, por ello se enfocarían los esfuerzos a desarrollar programas para hacer al hardware útil. Tanto el conocimiento, como el software, no deben tener propietarios argumenta Stallman (Stallman 1994)

Las herramientas libres tales como el software libre han logrado sustituir varias aplicaciones, con costos elevados, por ejemplo el “Encarta” de Microsoft, fue sustituido por la ya tan famosa Wikipedia, la cual es una herramienta libre hoy en día muy usada por todo el mundo. Hoy en día la web está plagada de este tipo de herramientas que ayudan a distintas áreas a ser más difundidas, por ejemplo para marketing, las empresas si quieren crecer y llegar a más personas hacen uso de estas tecnologías ya que el uso de internet cada vez es mayor.

#### *Técnicas de minería de datos*

La minería de datos es una rama de la inteligencia artificial desde la década de los 60, la minería de datos permite obtener información valiosa de grandes bases de datos, la creciente expansión de las bases de datos ha necesitado nuevas formas para tratar la información de las mismas, es porque las técnicas de minería de datos han tomado mayor importancia, para su investigación. Existen distintas técnicas de minería de datos por ejemplo, Árboles de decisión, Redes neuronales, Clustering, Reglas de asociación, Lógica difusa. Con estas técnicas se pueden hacer predicciones, controlar el comportamiento de dispositivos entre otras tareas.

### **Diseño de la plataforma**

De acuerdo a los requerimientos que se levantaron, la plataforma contará con los siguientes módulos:

- Cuestionarios
- Reportes
- Perfilación
- Campaña
- PDCA

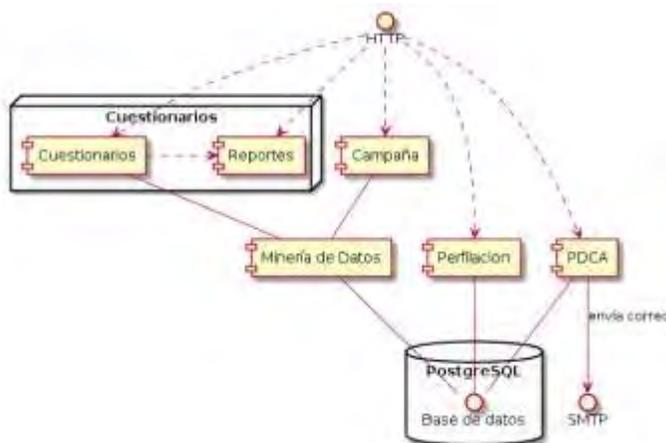


Figura 1. Diagrama de componentes de la plataforma.

### **Descripción de los módulos.**

#### *Cuestionarios*

En este módulo se crearán las encuestas que con las cuales se obtendrán los datos para medir la satisfacción del cliente, para hacer las encuestas es necesario tener preguntas las cuales pueden tener respuestas de diferente tipo, las cuales pueden ser de tipo numérico, puede ser booleana, pregunta de tipo texto, después de crear el cuestionario es necesario que se cree una tabla la cual almacene las respuestas de las encuestas, es por ello que dinámicamente se crea esa tabla para que el campo de respuesta esté acorde al tipo de pregunta, además de los datos anteriores las

respuestas de las encuestas deben estar referenciadas a cada cliente que las contestó, es por ello que se necesita una tabla la cual almacene a esos clientes.

Dado lo anterior se llegó a determinar que el modelado de datos del módulo quede de la siguiente manera:

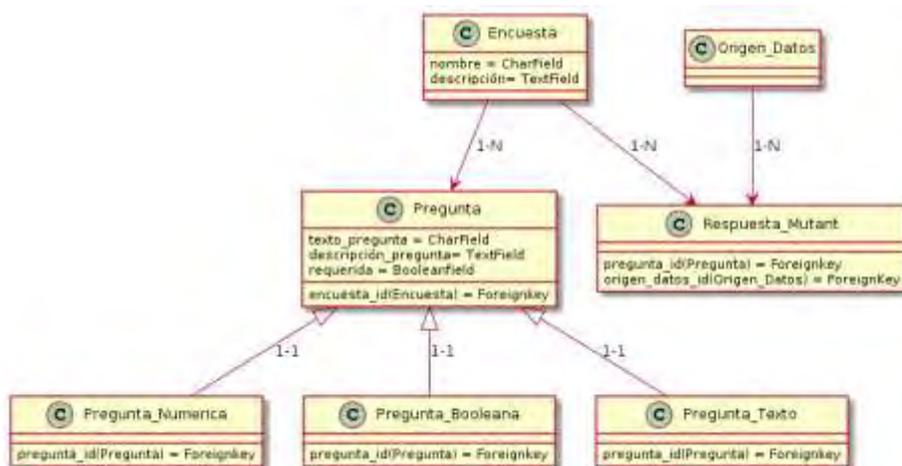


Figura 2. Modelado de datos del módulo de cuestionarios.

### Campaña

El módulo de campañas está diseñado para que las encuestas vayan dirigidas hacia distintos puntos que se deseen mejorar en la empresa, por ejemplo si se desea saber la calidad de un producto o como fue la experiencia al momento de hacer la compra se crea una campaña para cada una de estas. Los elementos necesarios que se deben tener para crear una campaña son, un origen de datos que son los posibles clientes a los cuales se les aplicará la encuesta, como para cada campaña tendrá diferentes clientes la tabla origen de datos se creará dinámicamente para cada campaña, otro de los elementos que se necesita es una encuesta, además de una Perfilación (se describe más adelante).

A continuación se muestra el modelado de datos de acuerdo a los requerimientos anteriores.

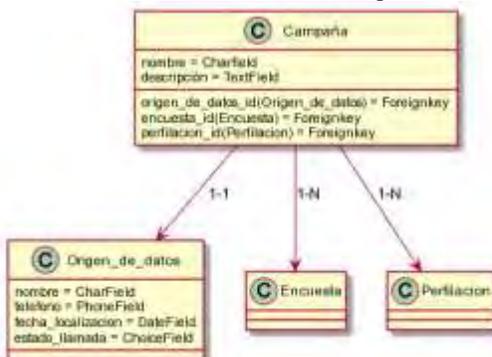


Figura 3. Modelado de datos del módulo de campañas.

### Perfilación

Esté módulo se encargará de elegir a los posibles clientes que van a ser encuestados, la Perfilación se va a hacer de acuerdo a ciertas preguntas que se le van a hacer a los encuestados para saber si ellos son los indicados para contestar, ejemplo si se quiere saber si el producto cumplió con las expectativas, es necesario preguntarle a quien uso el producto, pero podría ser que el cliente que se tiene registrado en la base de datos no sea quien lo usó, por ello es necesario, que antes de empezar a aplicar la encuesta se contacte a la persona indicada.

A continuación se muestra el modelado de datos del módulo de acuerdo a los requerimientos anteriores.

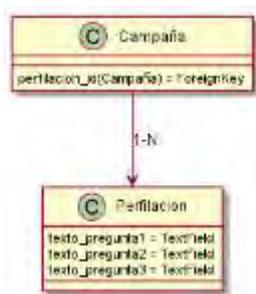


Figura 4. Modelado de datos del módulo de Perfilación.

**PDCA**

El módulo PDCA por sus siglas en inglés (Plan, Do, Check, Act), es una estrategia de mejora continua que se basa en 4 pasos, con el fin de atacar las incidencias que se generen tras medir la satisfacción del cliente. Los 4 pasos de esta estrategia son:

- Plan: Se establecen las actividades del proceso, necesarias para obtener el resultado esperado.
- Hacer: Se ejecuta el plan estratégico, lo que contempla: organizar, dirigir, asignar recursos y supervisar la ejecución, mientras se recopilan datos para verificarlos y evaluarlos en los siguientes pasos.
- Verificar: Pasado un periodo previsto de antemano, los datos de control son recopilados y analizados, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se han cumplido y, en su caso, evaluar si se ha producido la mejora esperada.
- Actuar: Con base en las conclusiones del paso anterior se elige una opción:
  - Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDCA.
  - Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos.
  - Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos.

Documentar el proceso y ofrecer una realimentación para la mejora en la fase de planificación.

A continuación se muestra el modelado de datos del módulo de acuerdo a los requerimientos anteriores.

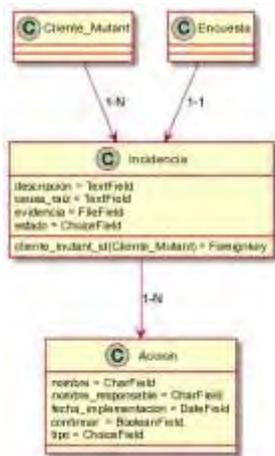


Figura 5. Modelado de datos del módulo de PDCA.

**Reportes**

En el módulo reportes se mostraran los resultados de las encuestas en forma de reportes, con gráficas, esto con el fin de que en base a estas gráficas se pueda obtener información valiosa.

**Minería de datos**

La minería de datos se va utilizar para hacer más eficiente la medición de la satisfacción de clientes, se utilizará lógica difusa para obtener el resultado de la encuesta, otra de las tareas en las cuales se hará uso de la minería de datos es para obtener los posibles clientes a los cuales se va a entrevistar, para ello se ocupará el clasificador bayes naïve, con esté, para cada cliente se obtendrá la probabilidad de que sea un cliente potencial al cual se le puede aplicar la encuesta.

### Implementación de la plataforma.

La plataforma fue implementada con herramientas libres tales como, django el cual es un framework el cual usa el modelo vista controlador, para que la lógica de la programación quede separada de la vista, a diferencia de otros lenguajes como PHP. Para almacenar la información el gestor de base de datos fue postgresSQL, este gestor de base de datos es muy poderoso capaz de almacenar grandes cantidades de información. Como es una plataforma web para las vistas se utilizó el lenguaje de etiquetas HTML junto con CSS para darle vista a la pantalla, otra de las herramientas que se utilizó, y que va de la mano con los 2 anteriores, fue JavaScript para agregar ciertas funciones y liberar al servidor de esas tareas.

Actualmente la interfaz inicial del sistema luce de la siguiente manera:

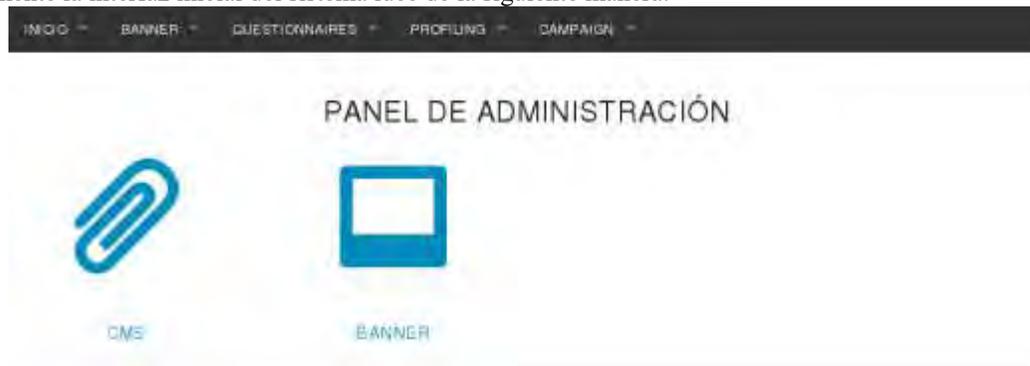


Figura 6. Interfaz inicial de la plataforma.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Actualmente la plataforma está funcionando, con todos los módulos a excepción del de minería de datos, es por ello que para trabajos futuros se hará la implementación de este módulo con las funcionalidades ya anteriormente descritas en este artículo.

#### *Conclusiones*

Se ha logrado hacer una herramienta eficiente para la medición de la satisfacción de clientes finales, y al estar desarrollada con herramientas libres los costos serán accesibles para las empresas que estén en crecimiento, y quieran hacer uso de estas metodologías de marketing, con el fin de mejorar en diversas áreas donde necesiten hacer un reajuste, de acuerdo a las necesidades demandadas por los clientes.

#### *Futuras investigaciones*

Para futuras investigaciones, se prevé implementar el módulo de minería de datos, y la aplicación de la plataforma con casos reales.

### Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo brindado por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la empresa Zooluciones, la cual me incluyó en el desarrollo del proyecto y finalmente al Instituto Tecnológico de Apizaco que brindo las facilidades para realizar los estudio de posgrado donde fue planteado el proyecto de investigación

### Referencias

Silvia Angilella, Salvatore Corrente, Salvatore Greco, Roman Słowiński, MUSA-INT: Multicriteria customer satisfaction analysis with interacting criteria, Omega, Volume 42, Issue 1, January 2014, Pages 189-200, ISSN 0305-0483

Nigel Hill, John Brierly, Rob MacDougall, "How to measure customer satisfaction", 2003

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006 "USO DE SOFTWARE LIBRE COMO HERRAMIENTAS DE APOYO PARA EL APRENDIZAJE"

Manuel Palomo, Antonio García, Francisco Palomo, Inmaculada Medina "Fomento de la participación del alumnado con herramientas libres de trabajo colaborativo Web 2.0", *Formacion Universitaria*. 3.4 (Aug. 2010): p25.

Shu-Hsien Liao, Pei-Hui Chu, Pei-Yuan Hsiao, Data mining techniques and applications – A decade review from 2000 to 2011, Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 12, 15 September 2012, Pages 11303-11311, ISSN 0957-4174

## El valor del capital humano en las pymes del estado de Tlaxcala

M.A.O. Adriana Montiel García<sup>1</sup>, M.A.O. Dulce María Moreno Barrera<sup>2</sup> y  
L.A. Annel Huerta Barrera<sup>3</sup>, M.A.D. Guadalupe Méndez Guevara<sup>4</sup>

**Resumen-** En la actualidad, el mundo de los negocios es cada vez más competitivo, atraer y retener a los empleados valiosos implica competir con otras empresas que quieren hacer lo mismo y constituye un “arma” fundamental en cualquier empresa. Hoy en día, el desarrollo personal y profesional es fundamental para casi todos los empleados. Al ayudar a los trabajadores a hacerse cargo de su propio crecimiento y trayectoria profesional, su empresa puede formar una fuerza laboral leal. Lo importante de la capacitación es que ayuda a los empleados a desempeñarse mejor y a lograr sus metas. Además, debido a que las personas quieren permanecer en donde les va bien, la capacitación puede fomentar el valor del capital humano en una organización. Por ello este artículo hace énfasis:

- Permanecer competitivo en la guerra por el talento utilizando estrategias creativas y eficaces.
- Manejar o eliminar los obstáculos comunes para la retención, como el agotamiento y el desequilibrio entre el trabajo y la vida personal.
- Desarrollar programas para satisfacer mejor las diversas necesidades e intereses de los empleados.
- Contratar a los empleados correctos para mejorar la retención, y por ende el valor del capital humano.

Palabras clave: Atraer, Capital humano, Retención, Motivación del personal.

### Abstract.

At present, the business world is increasingly competitive, to attract and to retain the valuable employees implies competing with other companies that want to do the same thing and constitutes a fundamental "weapon" in any company. Nowadays, the personal and professional development is fundamental for almost all the employees. On having helped itself the workers to take charge of his own growth and professional path, his company can form a labor loyal force. The important of the training is that helps itself the employees to get out of a jam better and to achieving his goals. In addition, due to the fact that the persons want to remain where it they is OK, the training can promote the value of the human capital in an organization. For it this article does emphasis:

- To remain competitive in the war for the talent using creative and effective strategies.
  - To handle or to eliminate the common obstacles for the retention, as the depletion and the imbalance between the work and the personal life.
  - To develop programs to satisfy better the diverse needs and interests of the employees.
  - To contract the correct employees to improve the retention, and for ende the value of the human capital.
- Key words: To attract, the human Capital, Retention, Motivation of the personnel.

### INTRODUCCIÓN

Hoy en día las personas tienen que desarrollar habilidades profesionales y personales para cumplir con las exigencias que el mercado laboral demanda. El capital humano se caracteriza por sus: conocimientos, habilidades y virtudes. Todas estas variables hacen que la persona se convierta en un ser principal de las empresas, motor de: producción, creatividad y otros factores que lo hacen indispensable para el éxito profesional y personal. Hoy en día, con la globalización que se está aconteciendo, es necesario tener a nuestro personal capacitado, entrenado, para luego poder así aplicar el empowerment (dar poder de decisión a los empleados) y como consecuencia de esto, realizar nuestros procesos a corto plazo. El personal es muy importante porque es valioso, creativo, y es parte de la estrategia de una organización, un ejemplo de ello es el servicio personalizado que se nos brinda.

---

<sup>1</sup>M.A.O. Adriana Montiel García. Profesor Investigador T.C. Titular “C” en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Carrera de Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial Carr. A El Carmen Xalpatlahuaya S/N. Huamantla Tlaxcala. México. C.P. 90500. [adimoga12@hotmail.com](mailto:adimoga12@hotmail.com)

<sup>2</sup>M.A.O. Dulce María Moreno Barrera. Profesor por Asignatura en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Carrera de Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial. Carr. a El Carmen Xalpatlahuaya S/N. Huamantla Tlaxcala. México. C.P. 90500 [dmoba68@hotmail.com](mailto:dmoba68@hotmail.com)

<sup>3</sup>L.A. Annel Huerta Barrera. Profesor por Asignatura en la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Carrera de Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial. Carr. a El Carmen Xalpatlahuaya S/N. Huamantla Tlaxcala. México. C.P. 90500. [annelb07@hotmail.com](mailto:annelb07@hotmail.com)

<sup>4</sup>M.A.D. Guadalupe Méndez Guevara. Directora de Ciencias Económico Administrativas en la Universidad del Valle de Tlaxcala. Av. Universidad s/n San Andrés Ahuashuatepec, Tzompantepec, Tlaxcala. C.P. 90491 [cea@univalletlax.edu.mx](mailto:cea@univalletlax.edu.mx).

Cabe mencionar de que a nuestros trabajadores hay que protegerlos, cuidarlos, capacitarlos (antes mencionado), evaluarlos y desarrollar en ellos la responsabilidad social (remunerándolos, gratificándolos, y entre otros beneficios). Las competencias nacen de la estrategia de los negocios y se deben poder medir, deben ser observables, alineadas a la estrategia y generadoras de ventajas competitivas y el reto para los Gerentes de Talento Humano es entender las necesidades de sus clientes para hacer una contribución relevante y tangible al negocio que responda a sus problemas, retos y oportunidades específicas. Cambiando su rol de soporte operativo para convertirse en Socio del Negocio, a través de la gestión del capital humano para crear y mantener ventajas competitivas.

La disposición de invertir capital humano hacia un rendimiento está centrado en orden de importancia y resultados el compromiso de actitud (deseo de pertenecer), compromiso basado en la lealtad (debo pertenecer) y compromiso programático (me costará sino pertenezco). Los negocios deben crear ventajas competitivas sostenibles y una de las ventajas que puede crear y que es difícilmente “copiable” por los competidores, es contar con un talento humano con las competencias requeridas para enfocarse a la satisfacción del cliente y al auto renovación continua.

Uno de los interrogantes que con mayor trascendencia se hace en las instituciones y gremios profesionales es ¿cuál es el papel de Recursos Humanos en épocas de crisis de las empresas?, De inmediato la respuesta es reducción de personal y quienes se llevan los malos comentarios en su aplicación a esta norma reactiva es el área de recursos humanos, claro diría la gerencia y su comité asesor, pero es que el problema es la gente, y por qué no reevaluar y pro actuar que la solución es la gente. O revisar si verdaderamente el costo laboral lo es o será que estará en otro rubro el problema.

## VALORES, ACTITUDES Y SATISFACCIÓN EN EL TRABAJO

“Los gerentes nunca deben tener familiaridad con los empleados” “Un poco de conflicto es bueno en la empresa, pues así ponen todos más cuidado en su trabajo” Afirmaciones como las precedentes se oyen comúnmente entre los empleados. Los valores representan convicciones básicas de que un modo específico de conducta o estado final de existencia esa preferible, desde el punto de vista personal o social, a un modo contrario o inverso de comportamiento o estado final de existencia.

Los valores son importantes al estudiar el comportamiento organizacional porque ponen los cimientos de la comprensión de las actitudes y la motivación, además de que influyen en la percepción. Una posible división de los valores empresariales, sólo como una manera lógica y coherente de conducir el análisis, pudiera ser de forma general y simplificada en valores de trabajo y virtudes humanas; división ésta, que denotará evidentemente la estrecha relación entre los mismos y su biunívoca correspondencia (Robbins, 1996).

Virtudes humanas. Apropriadadas para vivir y trabajar fructíferamente en una sociedad más amplia. De hecho, se constituyen en valores sociales. Ser abiertos, especialmente en cuanto a la información, al conocimiento y a las noticias de problemas previstos o actuales. Compartirlos, comunicarlos, discutirlos, en el mejor interés de la empresa.

### Capital humano

El Capital Humano también es considerado como las características o cualidades de las personas (aspectos intangibles como: la formación, educación, escolarización, el conocimiento, la salud) o el nivel de conocimiento que posee cada individuo, es decir la fuerza mental que seamos capaces de desarrollar para contribuir a los objetivos de la empresa, sin embargo se ha comprobado que además de los conocimientos también se requiere el que tengamos la actitud adecuada para estar dispuestos a crecer dentro de la organización y por tanto, a mostrar una conducta de excelencia a la hora de desarrollar nuestro trabajo.

La actitud correcta es el primer paso para generar Capital Humano y para poder crear valor en la organización. Los empleados con mayor desempeño y ascenso en las compañías, lo logran no únicamente por tener conocimientos únicos e indispensables (alto Capital Humano) para desarrollar su función, sino que muestran una actitud positiva frente al entorno; es decir, son individuos que saben responder a las necesidades de sus clientes, que conocen cómo deben relacionarse con los proveedores y colaboradores de trabajo, que tienen las herramientas para tomar decisiones cuando se requiere, que son capaces de trabajar en equipo y que son proactivos, con la iniciativa de estar un paso adelante de lo que demanda el negocio y para ello debemos buscar empleados que tengan el deseo continuo de aprender nuevas habilidades para desarrollar mejor su función (I., 1994). En la actualidad, el mundo de los negocios es cada vez más competitivo, y la retención constituye un “arma” fundamental en el arsenal de cualquier empresa. ¿Por qué? Existen tres razones:

1. La importancia cada vez mayor del capital intelectual
2. El costo de la rotación de personal
3. El impacto de la retención sobre la satisfacción del cliente y su rentabilidad

ESTADO	EMPRESAS			
	INDUSTRIA Entre 11 y 50	COMERCIO Entre 11 y 30	SERVICIOS Entre 11 y 50	TOTAL
TLAXCALA	32	16	32	80
	INDUSTRIA Entre 51 y 250	COMERCIO Entre 31 y 100	SERVICIOS Entre 51 y 100	TOTAL
TLAXCALA	45	3	0	48

Fuente de información: Estadística, Estado, Tipo y Rango de empleados. Actualizado 12 de enero de 2016 siem.gob.mx

Durante la era industrial, los activos físicos de una empresa, como la maquinaria, las plantas e, incluso, la tierra, determinaban la fuerza con que podía competir. En la actualidad, en la era del conocimiento, el capital intelectual define la ventaja competitiva de una empresa.

**¿Qué es exactamente el capital intelectual?** Es el conocimiento y destrezas únicas que posee la fuerza laboral de una empresa. Hoy en día, las empresas actuales ganan con ideas nuevas e innovadoras, y productos y servicios de primera categoría, todos los cuales se originan en el conocimiento y las destrezas de los empleados.

Algunos ejemplos de personas que poseen capital intelectual son:

- Programadores computacionales
- Ingenieros de red
- Diseñadores técnicos
- Analistas de mercadeo directo

Otros poseedores de capital intelectual son:

- Gerentes de nivel medio
- Ejecutivos de nivel superior
- Profesionales de planeación estratégica y desarrollo comercial
- Profesionales de recursos humanos (Administración. Un enfoque basado en competencias, 2002)

Cada vez que renuncia un empleado de su empresa, ésta pierde conocimiento difícil de encontrar y destrezas adquiridas. Cuando dichos empleados se van a la competencia, la pérdida es aún peor. No sólo su empresa ha sido privada de una parte importante de su base de conocimientos, sino que ésta la aprovechan sus competidores sin tener que invertir el tiempo ni el dinero en capacitación que su empresa puede haber invertido.

#### **El costo de la rotación de personal**

El costo de la rotación de personal implica mucho más que sólo dinero perdido en capacitación. Cada vez que su empresa pierde a un trabajador valioso e intenta reemplazarlo, también puede incurrir en los siguientes costos:

- Gastos en búsqueda, entre ellos de búsqueda en empresas, avisos en periódicos, etc.
- Gastos en entrevistas directas.
- Tiempo de gerentes y miembros del equipo invertido en entrevistas.
- Trabajo interrumpido hasta contratar y capacitar a un remplazante.
- Moral y productividad disminuidas de los miembros sobrecargados del equipo.
- Tiempo de orientación y capacitación invertido en el remplazante.
- Baja productividad inicial del nuevo empleado durante el período de inicio.
- Posible pérdida de otros empleados.

En términos meramente monetarios, el costo de la rotación de personal puede impactarlo: en total, reemplazar a un empleado probablemente le cueste a su empresa, como mínimo, el doble del sueldo anual del empleado que partió.

#### **Importancia de una gran satisfacción en el trabajo**

La importancia de la satisfacción en el trabajo es evidente. A los gerentes deben interesarles el grado de satisfacción que hay en sus empresas debido por lo menos a dos razones: 1) se sabe que el empleado insatisfecho faltara al trabajo más a menudo y tendera a renunciar: 2) se ha demostrado que el empleado satisfecho tiene mejor salud y vive más tiempo y 3) la satisfacción también se refleja en la vida fuera del trabajo (Ardouin J. Bustos, 2000).

El empleado satisfecho muestra menores tasas de rotación y ausentismo. La satisfacción guarda una relación estrecha y constante con la decisión de quedarse en la empresa o de desligarse de ella. Aunque la satisfacción y la ausencia también tienen una relación negativa, las conclusiones sobre su nexo son menos seguras. El último punto a favor de la importancia que tiene la satisfacción en el trabajo se refiere al efecto general que ocasiona en el a sociedad. Cuando los empleados están contentos con su trabajo mejora también su vida fuera de él. En cambio el empedado insatisfecho lleva esa actitud negativa al hogar. La evidencia resulta impresionante. La satisfacción en el trabajo es importante. Para la gerencia, una fuerza de trabajo satisfecho se traduce en mayor productividad por haber menos alteraciones atribuibles al ausentismo o a la renuncia de buenos empleados además también disminuyen los gastos médicos y los del seguro de vida. Y además la sociedad en general también se ve beneficiada la satisfacción en el

trabajo también se refleja en la vida fuera de él. Por tanto, la meta de una alta satisfacción puede defenderse teniendo en cuenta los beneficios económicos y la responsabilidad social de las empresas.

### **Actitudes frente a la retención**

Las actitudes frente a la retención pueden ser muy distintas, dependiendo de la cultura. En todo el mundo, los empleados de diferentes países tienen diferentes grados de movilidad laboral, además de diferentes supuestos con respecto a con cuánta movilidad cuentan. Incluso dentro de un país o cultura, los trabajadores pueden sentirse más o menos móviles en distintos momentos, dependiendo de lo que ocurra en el mundo de los negocios.

Si piensa en mejorar la retención en su empresa, necesariamente está asumiendo que los empleados tienen algún grado de libertad para cambiar de trabajo. Por ello, sin importar dónde se ubique su empresa en la “escena” mundial de los negocios, se aplican los principios básicos de la retención exitosa.

### **La fuerza laboral más joven**

Los trabajadores más jóvenes, principalmente los de entre veinte y treinta años, aportan un tipo especial de energía, fresca y conocimiento técnico de vanguardia a la fuerza laboral de una empresa.

Sin embargo, también suponen algunas dificultades:

- Las tendencias demográficas, especialmente en los Estados Unidos, han creado una escasez sin precedentes de este tipo de trabajadores, a quienes con frecuencia se denomina “generación X”.

- Los trabajadores jóvenes que están disponibles se interesan especialmente en definir su trayectoria profesional y obtener trabajos que les ayuden a avanzar a su siguiente empleo.

Muchos trabajadores jóvenes se sienten más cómodos con el cambio rápido y las estructuras de administración horizontal que los de mayor edad, lo que puede crear malentendidos y tensiones entre ambas generaciones, especialmente cuando un supervisor y un subordinado directo son de diferentes generaciones y tienen diferentes expectativas de trabajo.

- Muchos empleados más jóvenes quieren que su empleador defina un crecimiento de su carrera, una senda profesional que los encamine a un nivel de remuneración que les permita mantener a familias jóvenes.

¿Cómo puede su empresa satisfacer las necesidades de sus trabajadores más jóvenes para así retener a los mejores?

Las siguientes cuatro estrategias pueden ayudarle:

1. Comprender sus antecedentes y, según eso, personalizar su trabajo.
2. Hacer que la promesa de su empresa sea tanto de significado profesional como monetaria.
3. Guiar a través del aprendizaje.
4. Solicitar a todos los empleados retroalimentación independiente y continua.

### **La fuerza laboral madura**

Como sucede con los otros segmentos de la fuerza laboral, los empleados maduros ofrecen ventajas clave y presentan desafíos especiales para las empresas que buscan definir una estrategia de retención.

Los trabajadores maduros pueden aportar:

- Gran cantidad de conocimiento y experiencia comercial, por lo que representan una parte importante del capital intelectual de su empresa.

- Destrezas para la vida adquiridas con esfuerzo, que las personas sólo desarrollan enfrentando las responsabilidades diarias durante muchos años.

Sin embargo, estos empleados también suponen varias dificultades para las empresas:

- Todos ellos envejecen juntos, llegando a los 50 años. Por ende, como se retiran en masa, plantas o departamentos completos pueden resultar diezmados. La fuerza laboral de muchas empresas consta fundamentalmente de empleados en esta categoría.

- En regiones en que la economía prospera, muchos trabajadores mayores están considerando la jubilación anticipada, una segunda carrera o un mejor trabajo en cualquier otro lado.

- Otros pueden enfermarse o lesionarse, o retirarse para poder cuidar a un padre de edad avanzada y nunca volver.

Contratación correcta: El primer paso para la retención

"Más vale prevenir que curar" dice el conocido refrán. Del mismo modo, contratar a las personas correctas puede, en primer lugar, ahorrar dinero, esfuerzo y tiempo que se puede invertir en tratar de retener a los buenos empleados.

Contrate según los intereses

¿Cuál es la clave para contratar correctamente? Escoger a personas que se sientan profunda y apasionadamente interesadas en el tipo de actividad que el trabajo en cuestión implica.

Contratar principalmente según los intereses es mucho más eficaz que contratar según las destrezas, valores e, incluso, las actitudes, por varias razones:

- Un trabajo que satisface los intereses más profundos de alguien seguirá llamando su atención e inspirando su desempeño y logros.

- Una persona puede ser buena en cierto trabajo, pero si el trabajo no le permite expresar sus intereses básicos, no estará contenta durante mucho tiempo. (Administración. Un enfoque basado en competencias, 2002)

Seguir siendo competitivos

Atraer y retener a los empleados valiosos implica competir con otras empresas que quieren hacer lo mismo. Cuando la reserva de talentos disminuye, la competencia puede volverse feroz.

Para pulir la ventaja competitiva de su empresa, se puede concentrar en las siguientes áreas principales:

- Compensación, beneficios y ventajas y desarrollo de empleados

### **Compensación**

La compensación es el punto de partida para cualquier empresa que desee permanecer competitiva. De hecho, la mayor amenaza que puede enfrentar son sueldos mayores ofrecidos por otras organizaciones.

No obstante, tenemos buenas noticias: Las insuficiencias en el área de las compensaciones son también las más fáciles de identificar y abordar. A continuación ofrecemos algunas estrategias:

- Averigüe cuáles son los sueldos que ofrece su industria
- Examine las disparidades internas de sueldos. Compruebe que el pago por cada trabajo sea aproximadamente equivalente al de los trabajos similares de toda la organización.
- No dé por sentado que debe gastar más que sus competidores. Sólo asegúrese de poder satisfacer las necesidades más importantes de los empleados.

### **Beneficios y ventajas**

Al igual que la compensación, su empresa debe proporcionar ciertos beneficios a fin de competir en la arena de la retención. Los beneficios básicos son: Planes de pensión, Primas del 50% al 90% del seguro médico y dental de los empleados, opciones de acciones, guarderías en la empresa o fuera de ella, reembolso de colegiaturas, inscripción en un club de acondicionamiento físico o un gimnasio en la empresa

### **Desarrollo de empleados**

Hoy en día, el desarrollo personal y profesional es fundamental para casi todos los empleados. Al ayudar a los trabajadores a hacerse cargo de su propio crecimiento y trayectoria profesional, su empresa puede formar una fuerza laboral leal. El desarrollo de empleados incluye los siguientes cuatro componentes:

1. Autoconocimiento del empleado. Para definir y seguir su plan profesional óptimo, los empleados deben conocerse a sí mismos, lo que significa estar consciente de sus intereses de trabajo básicos, valores de recompensa del trabajo y destrezas. (Ardouin J. Bustos, 2000)

Ayudar a los gerentes para que los empleados se queden

Los gerentes y los líderes de equipo desempeñan una función fundamental en las tasas de retención de una empresa, ya sea supervisando a algunos de los empleados o a gran parte de los departamentos o divisiones.

Para muchos empleados, la relación con un supervisor directo es más importante que el sueldo o las ventajas. Un empleado puede unirse a una empresa debido a sus generosos beneficios y agradable cultura, pero es la relación con su supervisor inmediato la que a menudo determina el tiempo que la persona se queda.

En el pasado, muchos gerentes creían que ellos no eran responsables de retener a los buenos empleados. Pensaban que las personas dejaban la empresa debido a que encontraban un mejor trabajo o que tenían una pareja o cónyuge a quien le habían ofrecido un trabajo en otra ciudad u otras razones similares.

Cuando las renunciaciones de empleados eran pocas y había muchos reemplazantes, los gerentes se podían dar el lujo de ignorar los motivos relacionados con la empresa, pues podían reemplazar rápidamente a aquellos empleados que dejaban la empresa. Sin embargo, hoy en día las personas dejan sus trabajos por todas esas antiguas razones y por muchas otras nuevas, entre ellas el hecho de que es más fácil que nunca encontrar otro buen trabajo en cualquier lugar. Una de las principales razones por las cuales las personas piensan en renunciar es que un supervisor en particular no hizo lo que debía hacer para conservarlas.

### **Estrategias de retención de los gerentes**

Más allá de estas reacciones tradicionales al problema, los gerentes tienen otras estrategias a su disposición para mantener a tantos buenos empleados como sea posible. Generalmente, estas estrategias se clasifican en las siguientes tres categorías:

- Crear un buen entorno de trabajo
- Crear excelentes trabajos
- Pedir retroalimentación a los empleados
- Solicite retroalimentación sobre sus propias destrezas como supervisor.
- Ayudar a los empleados a evitar el agotamiento
- Reducciones presupuestarias.
- Reducción de personal.
- Tecnologías de rápido avance.

En el mundo de los negocios de hoy en día, estos comunes avances a menudo provocan responsabilidades adicionales y sobrecarga para los empleados. Para la mayoría de los gerentes, la sobrecarga conlleva un grave riesgo: el agotamiento y posible deserción de sus mejores empleados.

La palabra agotamiento parece estar en boca de todos hoy en día. Pero, ¿a qué se refiere exactamente? Más aún, ¿qué la causa y por qué representa una amenaza para la retención? Y más importante aún, ¿qué pueden hacer los gerentes para impedir que el agotamiento empeore la deserción, con la consecuente desestabilización de toda la organización?

### **¿Qué es el agotamiento?**

El agotamiento se puede definir como fatiga laboral. Normalmente, los empleados presentan los siguientes síntomas:

- Baja satisfacción en el trabajo;
- Compromiso disminuido con la organización;
- Mayor intención de desertar

En algunos casos, también puede notar las siguientes señales de advertencia:

- Autoestima reducida;
- Disminución en los sentimientos de competencia y logros;
- Enfoque indiferente o negativo frente a colegas y clientes

### **¿Qué causa el agotamiento?**

En general, el agotamiento es el resultado de la participación a largo plazo en situaciones que tienen demasiados aspectos negativos, como los siguientes:

- Sobrecarga de trabajo,
- Objetivos poco claros,
- Aburrimiento,
- Conflicto interpersonal

Con frecuencia, estas mismas situaciones no tienen suficientes aspectos positivos, como:

- Verdaderas recompensas,
- Reconocimiento de las contribuciones del empleado, y
- La mera satisfacción del éxito

Como puede ver por lo mencionado anteriormente, el agotamiento no se origina sólo en la cantidad de horas que trabaja el empleado. Una persona puede trabajar innumerables horas y seguir motivada. Más bien, la mayoría de las personas se agotan cuando sienten más estrés que apoyo en su vida laboral.

### **Manejar el agotamiento**

Otra manera de evitar el alto precio que significa la sobrecarga para los gerentes es minimizar activamente el agotamiento laboral y aprender cómo manejar a los empleados exhaustos.

- Minimizar el agotamiento laboral. Para aliviar el agotamiento que pueda hacer que las personas renuncien, puede hacer lo siguiente: o Tenga conciencia del problema, o Monitoree las cargas de trabajo y la moral, especialmente entre sus empleados con desempeño destacado, o Sepa quiénes son sus gerentes "héroes", o Demuestre aprecio por los empleados valiosos, o Considere rediseñar algunos de los trabajos, volver a reclutar regularmente a sus principales talentos y no caer en la trampa demasiado común de no saber valorar a los empleados valiosos o suponer que, debido a que ahora trabajan para usted, querrán seguir haciéndolo. En lugar de ello, piense que debe estar constantemente volviendo a reclutarlos.

## **CONCLUSIONES**

La competencia abierta por las personas de otras empresas, antes considerado como una rareza en el mundo de los negocios, ahora es un hecho aceptado. Los mercados que se desarrollan rápidamente requieren organizaciones que también crezcan con rapidez y se renueven con nuevos talentos. Pero a nadie le gusta ver cómo el talento se va; la partida de un buen empleado es un golpe para una empresa. Los negocios exitosos desarrollan sistemas que apoyan el crecimiento del capital humano. Esto incluye los estilos de dirección y liderazgo que reflejan la misión de la organización y sus objetivos. Estas organizaciones identifican las características esenciales de la gestión del capital humano y luego dan a los gerentes y supervisores la formación y el entrenamiento necesarios para desarrollar esas características. Estas empresas utilizan sistemas de gestión de rendimiento, como el pago de reparto de utilidades por el rendimiento u otros incentivos para promover y reconocer el desempeño de alto rendimiento a individuos y equipos. El desarrollo efectivo del capital humano requiere la medición de la organización, departamento, equipo y el desempeño individual, junto con los empleados y la satisfacción del cliente. Estas medidas ayudan a los administradores y las organizaciones a identificar y poner en práctica estrategias de gestión del capital humano que apoyan el éxito organizacional.

### **Referencias**

<sup>1</sup>Davis K. & Newstrom, J.W. (1999). *Comportamiento humano en el trabajo*. México. Mc Graw Hill.

<sup>1</sup> A., K. R. (1997). *Comportamiento en las organizaciones*. España : Mc Graw Hill.

<sup>3</sup> *Administración. Un enfoque basado en competencias*. (2002). México, D.F. : Thomson.

<sup>4</sup> Gomez-Mejia L.R. Balkin, D.B. (1997). *Gestión de recursos humanos*. Madrid: Prentice Hall.

<sup>5</sup> J., D. K. (1999). *Comportamiento humano en el trabajo*. México: Mc Graw Hill.

<sup>6</sup>M Robbins, S. P. (1996). *Comportamiento Organizacional*. México: Prentice Hall.

## La subcontratación como una estrategia de negocio

María Inés Carmen Morales Hernández<sup>1</sup>, Ma. Elizabeth Montiel Huerta<sup>2</sup>, Rosa Cortés Aguirre<sup>3</sup>, Crisanto Tenopala Hernández<sup>4</sup>.

**Resumen**—En un mundo que se ha vuelto altamente competitivo las empresas han tenido la necesidad de generar tácticas que les permitan ser más ágiles y dinámicas. Las organizaciones utilizan la descentralización productiva como estrategia de flexibilización, la cual plantea contratar servicios externos para algunos procesos de producción y así concentrarse en aquellas actividades que conocen mejor y que constituyen la base de su negocio. El propósito de este trabajo es exponer las características y aplicaciones del *outsourcing* en las empresas. Después de una revisión a la literatura, se concluye que la subcontratación tiene como objetivo abaratar costos y mejorar la gestión de determinados servicios.

**Palabras claves**—Subcontratación, estrategia de negocio, costos.

### Introducción

Los líderes de las organizaciones en la actualidad con la intención de reducir costos, elevar la calidad y optimizar recursos han tenido la necesidad de introducir a la subcontratación en parte central para la competitividad ya que se está consolidando como un valioso instrumento. El *outsourcing* abarca una amplia gama de áreas, pero actualmente es más común en recursos humanos, en especial el manejo de nóminas y reclutamiento de personal, atención al cliente, contabilidad, telemarketing, diseño gráfico, generación de contenido, manufactura e ingeniería. Por lo general, comprende especialidades ajenas a las funciones elementales de la organización contratante.

Entre las actividades ajenas a las funciones de una empresa se encuentran:

- Manufactura. En donde se hace uso intenso de recursos, gastos corrientes o inversión de capital.
- Soporte a clientes. Se demanda servicios especializados y de apoyo.
- Recursos humanos, educación y capacitación. Aquellas sujetas a un mercado rápidamente cambiante y donde es costoso reclutar, capacitar y retener al personal.
- Desarrollo y conocimientos informáticos. Aquellas relacionadas con la tecnología rápidamente cambiante, que requieren una gran inversión.

Por su parte, Michael Porter, de la Escuela de Negocios de Harvard, argumenta que la evolución de la empresa estará determinada por tendencias de carácter más amplio. La primera es la reorientación de la demanda mundial, hacia los países en desarrollo; la segunda es el avance tecnológico, y la tercera, el menor crecimiento demográfico y el consiguiente déficit de mano de obra, especialmente entre los trabajadores altamente calificados.

### Outsourcing

El *outsourcing* es una herramienta de gestión tan veterana como eficaz, tiene sus orígenes en los mercados de E.E.U.U. y Europa, especialmente en el Reino Unido, donde inició como práctica en la década de 1980 y luego se extendió al resto del mundo. El *outsourcing* comenzó con los trabajos de mantenimiento simples y ahora se ha convertido en una industria integral, donde esto es visto como una estrategia de negocio.

El término inglés *outsourcing* está formado por dos vocablos *out* traducida al español que significa fuera y *source* cuya acepción es fuente u origen. De acuerdo con Werther y Davis (2000) el *outsourcing* son servicios externos que una empresa requiere para completar funciones administrativas o de determinadas tareas técnicas que esta ya no puede realizar de manera interna por múltiples razones, y la mayoría de las veces estas son por motivos económicos.

Mondy (2005), considera al *Outsourcing* como el abastecimiento externo cuyo proceso consiste en transferir la responsabilidad de un área de servicio y sus objetivos a un proveedor externo, impulsado por la necesidad de reducir costos ocasionados por ingresos escasos o presupuestos más limitados, fusiones y adquisiciones que han creado muchos sistemas redundantes.

<sup>1</sup> María Inés Carmen Morales Hernández es Estudiante de Maestría en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [moheca40@hotmail.com](mailto:moheca40@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ma. Elizabeth Montiel Huerta es Docente del área de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [malizmon\\_hu@hotmail.com](mailto:malizmon_hu@hotmail.com)

<sup>3</sup> Rosa Cortés Aguirre es Docente del área de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco. [licda\\_rosa@yahoo.com.mx](mailto:licda_rosa@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Crisanto Tenopala Hernández es Docente del área de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco. [cristenopala@gmail.com](mailto:cristenopala@gmail.com)



Área	Porcentaje
Tecnologías de la información	30
Recursos Humanos	43
Procesos Fiscales	39
Procesos de Negocio	30
Seguridad de Tecnologías de información	22

Tabla1. Principales rubros que los directivos consideran al utilizar outsourcing (Hernández, 2015)

### Modalidades de los diferentes tipos de outsourcing

En base a Archundia y Almanza (2014), las modalidades de *outsourcing* son las siguientes:

- **Deslocalización:** También conocido como *Off-shoring*, Implica la contratación de servicios a terceros radicados en países que ofrecen costos menores a causa de la legislación laboral, entre otros factores.
- **In-house:** Es el *outsourcing* que se produce en las instalaciones de la organización contratante del servicio.
- **Off-site:** Cuando el servicio de *outsourcing* se produce en las instalaciones de la propia empresa que lo presta.
- **Co-sourcing:** Modalidad en la cual el prestador del servicio de *outsourcing* ofrece algún tipo de valor añadido a su cliente, como compartir los riesgos.
- **Colaborativo:** Se aplica a la utilización de la capacidad ociosa en las operaciones para producir artículos o prestar servicios a un tercero. El término enfatiza las oportunidades de colaborar con jugadores en los que tradicionalmente no se había pensado

### Beneficios y desventajas del outsourcing

La herramienta del *outsourcing* también denominada subcontratación, permite delegar la gestión de ciertas actividades a un tercero. En el Cuadro 1, se presenta algunos beneficios y desventajas para la organización al utilizar la subcontratación.

BENEFICIOS DEL OUTSOURCING	DESVENTAJAS DEL OUTSOURCING
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de menores costos al utilizar economía de escala del proveedor.</li> <li>• El proveedor se ocupa de la capacitación y tecnología necesaria para prestar el servicio.</li> <li>• Relaciones a largo plazo (cliente-proveedor).</li> <li>• Análisis constante de los procesos internos y externos.</li> <li>• Se obtiene un incremento en la calidad de los servicios recibidos. El proveedor debe incrementar su calidad y compromiso.</li> <li>• Movimiento ágil de personal que no cumple las expectativas.</li> <li>• Inversión dirigida al capital humano en áreas clave para la empresa.</li> <li>• Flexibiliza la toma de decisiones del negocio respecto de áreas críticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obsolescencia en los procesos y tecnología del proveedor.</li> <li>• Ruptura de la influencia en los procesos tercerizados (dependencia del proveedor)</li> <li>• Alto costo al cambio de proveedor.</li> <li>• Ahorros esperados no materializados.</li> <li>• Ruptura en el control del proceso- si se requiere cambiar al proveedor, el tiempo de respuesta de un tercero puede ser crítico para implementarlo.</li> <li>• Reducción de beneficios. Si no se controlan los procesos, con el tiempo llegan a volverse muy costosos.</li> <li>• Pérdida de control sobre la producción.</li> <li>• Competencia desleal si el proveedor conoce y se especializa en todos los procesos o un parte importante del negocio que le permita pensar en hacerlo por su lado.</li> </ul>

Cuadro 1. Beneficios y desventajas del outsourcing

Fuente. Elaborado en base a Dávalos (2011).

Según el estudio realizado por Hernández (2015), las empresas mexicanas que hoy en día cuentan con servicios de *outsourcing* o Capital Humano Flexible, perciben los siguientes beneficios:

- 70% reducción y eficiencia de costos
- 42% eficiencia administrativa
- 38% en mejora en los procesos.

### El proceso de decisión del outsourcing

En el proceso de *outsourcing* se tienen que considerar tres aspectos principales para su implantación, los cuales son: revisión de la estructura de la empresa, determinación de las actividades en *outsourcing* y selección de los proveedores. El proceso para llevar a cabo la subcontratación consiste en 4 fases, la información se presenta en la Figura 2.

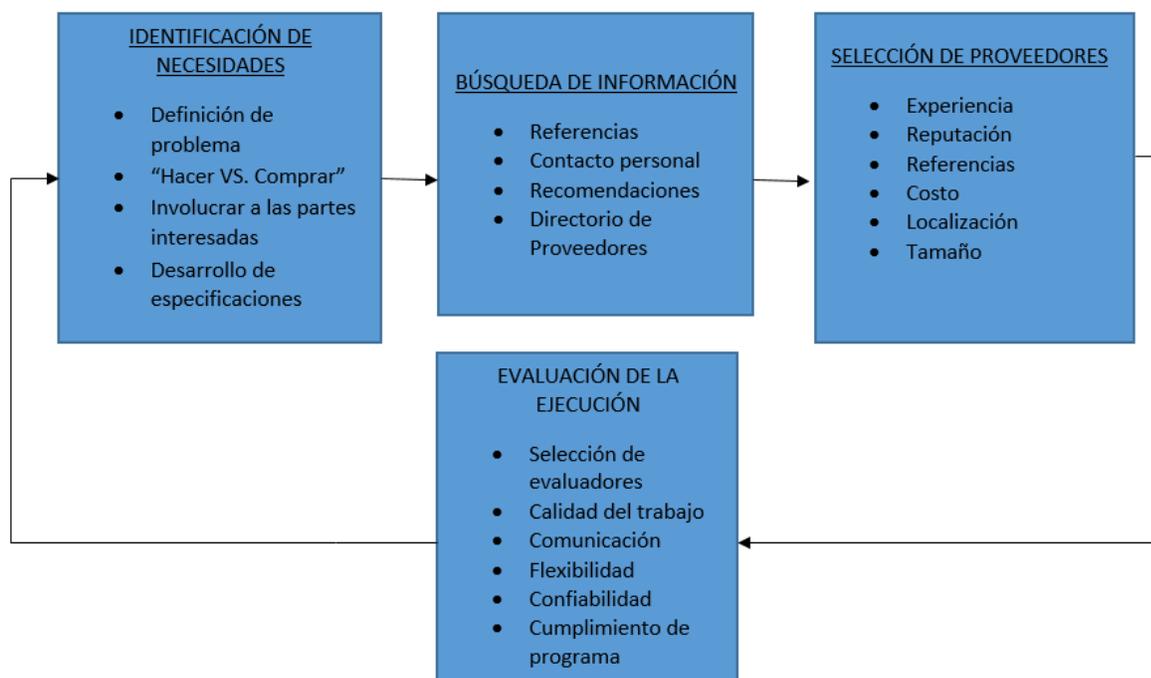


Figura 2. Proceso de decisión del outsourcing  
Fuente: Elaborado en base a Fitzsimmons y Fitzsimmons (2006)

Desde el punto de vista económico se pueden citar los siguientes beneficios al subcontratar:

- Desarrollo del negocio
- Mayor rentabilidad
- Mejor calidad en el servicio
- Especialización de habilidades
- Adquisición de nuevas tecnologías o conocimientos
- Disminuir los costos laborales (salarios, prestaciones, gastos de seguridad social)
- Tener un personal que no genera antigüedad dentro de la empresa
- Menores niveles de inversión para iniciar un negocio.
- Minimizar la injerencia de las organizaciones sindicales
- Financiamiento por parte de la empresa subcontratante.

Las empresas cada vez más recurren al *outsourcing* para delegar en mano externa especializada para aumentar la productividad. Las razones clave para adoptar la subcontratación de servicios, se muestran en la Figura 3.

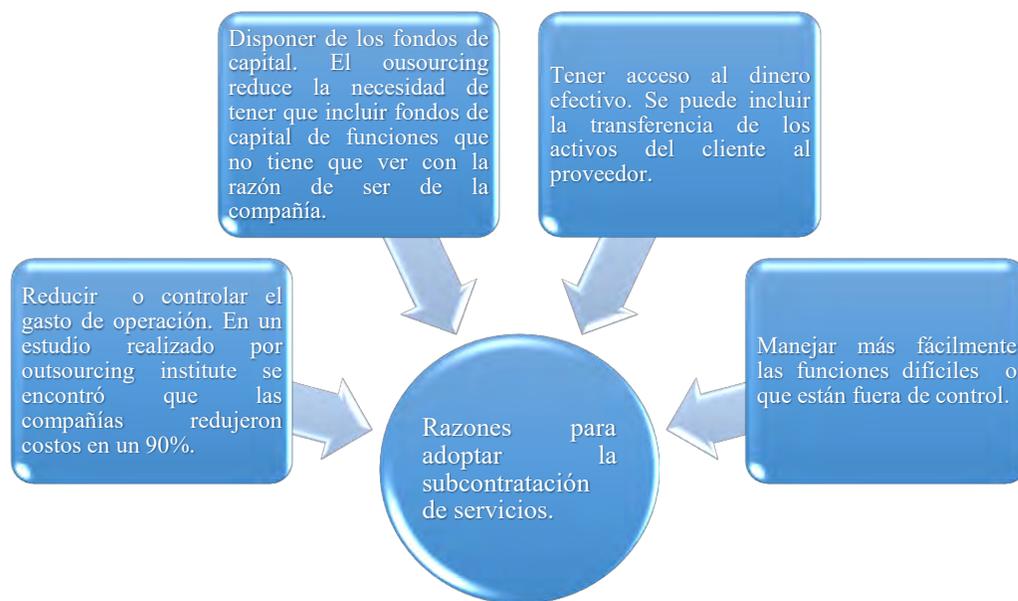


Figura 3. Razones para adoptar la subcontratación de servicios.  
Fuente: Elaborado a partir a Archundia y Almanza (2014).

Cuando ya se forma parte de la subcontratación es necesario llevar a cabo una revisión continua de los costos para estimar cual es la operatividad de la empresa.

Estudios recientes, revelan que el outsourcing está aumentando, así mismo los proveedores de servicios están ampliando su gama de ofertas. Todo esto implica una mayor agrupación en las ventajas competitivas por parte de las organizaciones propietarias que están transfiriendo este trabajo a proveedores externos. Esta directriz también podría ser un indicio de que la industria está llegando a un acuerdo con un ambiente más exigente y de la necesidad de optimizar los recursos.

Las empresas que se dedican a la subcontratación entienden que su capital más importante es mantenerse actualizados, por lo que se invierten tiempo, energía y recursos en estar al día, en lo que ocurre en las áreas en las que prestan sus servicios.

### Comentarios finales

#### Conclusión

En las empresas a nivel mundial el *outsourcing* es una de las decisiones administrativas que ha presentado gran fuerza, ya que permite a las organizaciones proporcionar algunos servicios especializados que pueden realizar terceros, de esta manera se pretende que la compañía concentre los esfuerzos en actividades principales del giro del negocio, originando que se otorgue mayor valor agregado a los clientes y productos a través de la agilidad y oportunidad en la conducción de procesos trasladados, así como una reducción de costos.

La subcontratación se debe ejecutar siempre y cuando la organización tenga la confianza de obtener el menor costo y maximizando los beneficios.

El *Outsourcing* se da en un ambiente de participación entre dos organizaciones con distintos objetivos y planteamientos estratégicos. Si estos se unifican pueden compartir un mismo ideal, el servir al cliente y el obtener un mayor beneficio o utilidad.

Algunos de los beneficios potenciales de utilizar el Outsourcing son la disminución de los costos, mayor flexibilidad y rapidez de respuesta, así como el uso de tecnología y materiales de clase mundial.

## Referencias

- Almanza, M. A. (2014). *El outsourcing y la planeación fiscal en México*. Obtenido de <http://www.eumed.net>
- Chase, J. A. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. México: Mc Graw Hill.
- Dávalos, R. (2011). *El outsourcing como herramienta competitiva dentro de la empresa*. Obtenido de <http://www.kpmg.com/MX/es/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/ArticulosOpinion/AO2011/03-2011-outsourcing-colaboracion.pdf>
- Espino, R. T. (2003). *El outsourcing y su influencia en los objetivos de la estrategia de operaciones. Una aplicación empírica*. Universidad de las palmas de gran canaria.
- Fitzsimmons, J. F. (2006). *Service Management Operation, Strategy, Information Technology*. Mc Graw Hill international.
- Friego, E. (s.f.). *¿Qué es el outsourcing?. El outsourcing es una herramienta de gestión que sirve para crear valor*. Obtenido de <http://www.forodeseguridad.com/artic/admin/5222.htm>
- Guzmán, C. E. (2008). *Panorama del outsourcing en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, G. (2015). *Beneficios en costos del outsourcing*. Obtenido de <http://www.victoria147.com/outsourcing/>
- Mayorga, H. L. (2012). *La subcontratación como estrategia en empresas de tecnología de la información*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Medina, J. B., & Manzanilla, L. (2013). Estrategias de outsourcing y su relación con el uso de tecnologías de la información y comunicaciones del sector asegurados mexicano. *XVIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*, 1-16.
- Mondy, N. R. (2005). *Administración de Recursos Humanos*. México: Pearson Prentice Hall.
- Rothery, B. R. (2006). *Outsourcing*. Limusa.
- Saldaña, R. (2014). *Outsourcing*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/outsourcing/>
- Schneider, B. (2004). *La herramienta de gestión que revoluciona el mundo de los negocios*. Obtenido de <http://www.norma.com>
- Spendolini. (2006). *Tendencias Gerenciales*. Grupo editorial Norma.
- Werther, W. D. (2008). *Administración de Recursos Humanos. El capital humano de las empresas*. Mc Graw Hill.
- White, R. B. (2003). *Manual de outsourcing*. Gestión 2000.

## Análisis del crecimiento de la producción de arándano (*Vaccinium ashei reade*) en México

Merced Morales Morales<sup>1</sup>, Ma. Elizabeth Montiel Huerta<sup>2</sup>, Kathy Laura Vargas Matamoros<sup>3</sup>, Crisanto Tenopala Hernández<sup>4</sup> y Alejandra Torres López<sup>5</sup>

**Resumen**— El arándano en la economía nacional ha significado una contribución importante en el desarrollo del medio rural que, en la mayoría de los casos, se realizó sin perspectivas de largo plazo. La falta de visión ha generado una comercialización dependiente hacia el mercado norteamericano.

Esta investigación tiene el propósito de analizar el comportamiento del crecimiento de la superficie de plantación y el volumen de producción que ha tenido México en los últimos diez años. Para tal efecto, se hizo una consulta en diversas bases de datos proporcionados por organismos gubernamentales a nivel internacional y nacional.

Los datos históricos muestran que el crecimiento promedio anual en el cultivo de arándano, fue de 180% durante el periodo 2010 – 2014.

**Palabras clave**—Arándano, producción, superficie de plantación, valor comercial.

### Introducción

Los arándanos azul y rojo son especies conocidas en casi todo el mundo y asociados con Norteamérica: Pertenecen al género *Vaccinium*, el cual incluye alrededor de 450 especies que están distribuidas en el mundo desde las regiones más frías cerca del Circulo Ártico hasta regiones templadas, del trópico y neo trópico. Especies silvestres de *Vaccinium* figuran en el folclor de países como China y del Hemisferio Norte; los usos alimenticios y medicinales han sido valorados por mucho tiempo por tribus nativas (Trehane, 2004). Los arándanos azules son originarios de la parte Este de Norte América, su cultivo como un producto hortícola empezó en Estados Unidos, país que se mantiene como el principal productor y consumidor. Antes que los colonizadores llegaran al Nuevo Mundo, los nativos de Norteamérica utilizaban estos frutos silvestres en su dieta y actualmente, la cosecha de éstos se mantiene como una importante industria en el Noreste de Estados Unidos y Este de Canadá. Los arándanos del tipo “ojo de conejo” (*Vaccinium ashei Reade*) fueron los primeros en cultivarse a finales de siglo XIX en el Sur de Estados Unidos (Gómez, 2010).

El arándano azul es considerado uno de los productos alimenticios más saludables en la actualidad debido al valor nutritivo y actividad antioxidante de la fruta (Ehlenfeldt & Prior, 2001)

### Descripción del método

El enfoque metodológico de esta investigación se sustenta en el enfoque exploratorio y cuantitativo y por la naturaleza de sus alcances que se esperan lograr, se define como un estudio exploratorio, porque “se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas” (Sampieri, et al, 2010).

Para lograr el objetivo de este trabajo se realizó una recopilación de información en bases de datos de organismos nacionales e internacionales del sector agropecuario.

### Resultados

---

<sup>1</sup> Merced Morales Morales. Alumna de posgrado en Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco en Tlaxcala, México. [merced.morales.morales@gmail.com](mailto:merced.morales.morales@gmail.com)

<sup>2</sup> Ma. Elizabeth Montiel Huerta, es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

<sup>3</sup> Kathy Laura Vargas Matamoros, es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

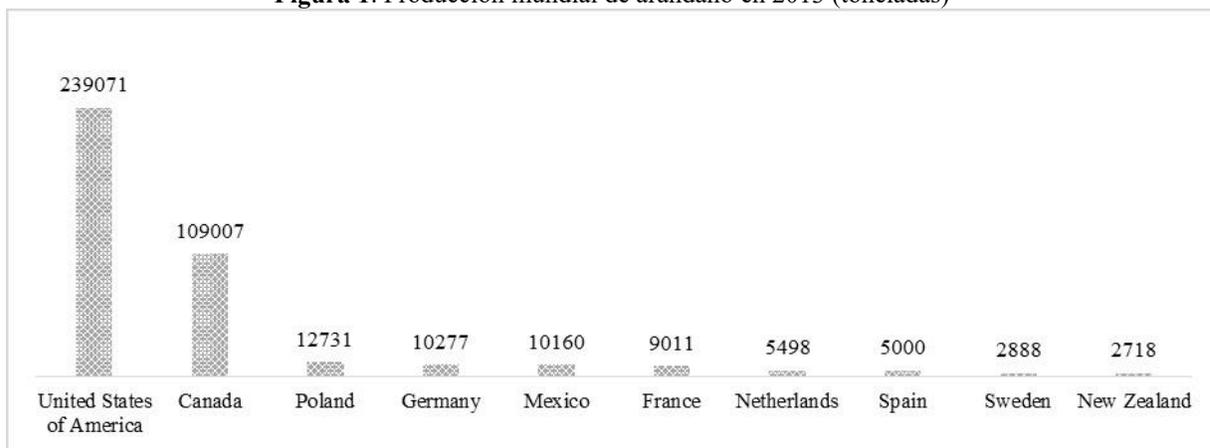
<sup>4</sup> Crisanto Tenopala Hernández es profesor de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

<sup>5</sup> Alejandra Torres López<sup>4</sup> es profesora de la Maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Apizaco.

La industria mexicana del arándano es relativamente nueva y se está convirtiendo en un actor importante de la producción mundial. Está experimentando un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece para la producción de este cultivo. Algunas de las principales ventajas son: Costo de mano de obra relativamente bajo comparado con otros países productores, cercanía con el mercado de exportación, principalmente Estados Unidos, condiciones de suelo y clima óptimo para cultivo.

La producción mundial de arándano en el año 2013 alcanzó 420,379 mil toneladas (Ton) distribuidas en 24 países del hemisferio norte. Internacionalmente Estados Unidos es el país con mayor producción, mayor consumo y el principal importador. México se encuentra en quinto lugar, con una superficie de 1,290 hectáreas (ha) y 10 160 Ton. La figura 1, muestra el volumen obtenido de arándano de las 10 principales potencias. (FAOSTAT, 2015).

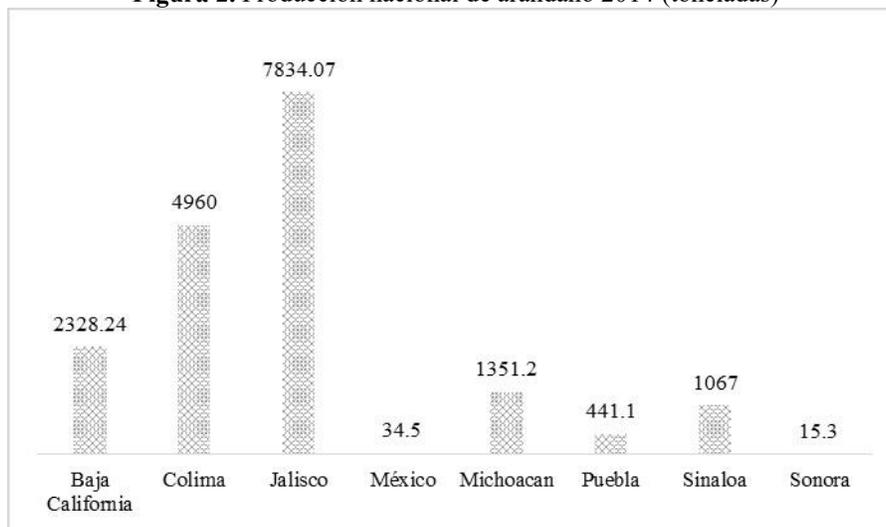
**Figura 1.** Producción mundial de arándano en 2013 (toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT, 2015.

En México en el año 2014 el fruto tuvo importancia económica en ocho estados, obteniendo una producción total de 18,031.41 Ton, con la distribución como se muestra en la Figura 2, donde Jalisco mostró una superioridad sobre el resto de los estados involucrando con el 43.4% de volumen obtenido a nivel nacional.

**Figura 2.** Producción nacional de arándano 2014 (toneladas)

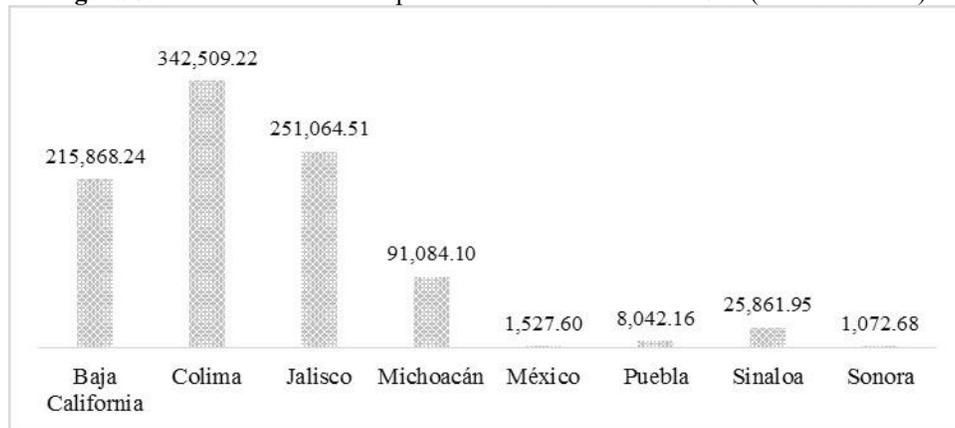


Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015)

El valor comercial total a nivel nacional del cultivo durante el mismo año fue de \$937,030.46 millones de pesos, este se distribuyó como se muestra en la Figura 3, obteniendo Colima el mayor ingreso por esta actividad agrícola,

cuya alza sobre el resto de los estados productores se debe a otros factores como las certificaciones orgánicas y la venta en el mercado norteamericano en las épocas donde el producto alcanza sus mayores alzas sobre el precio de venta.

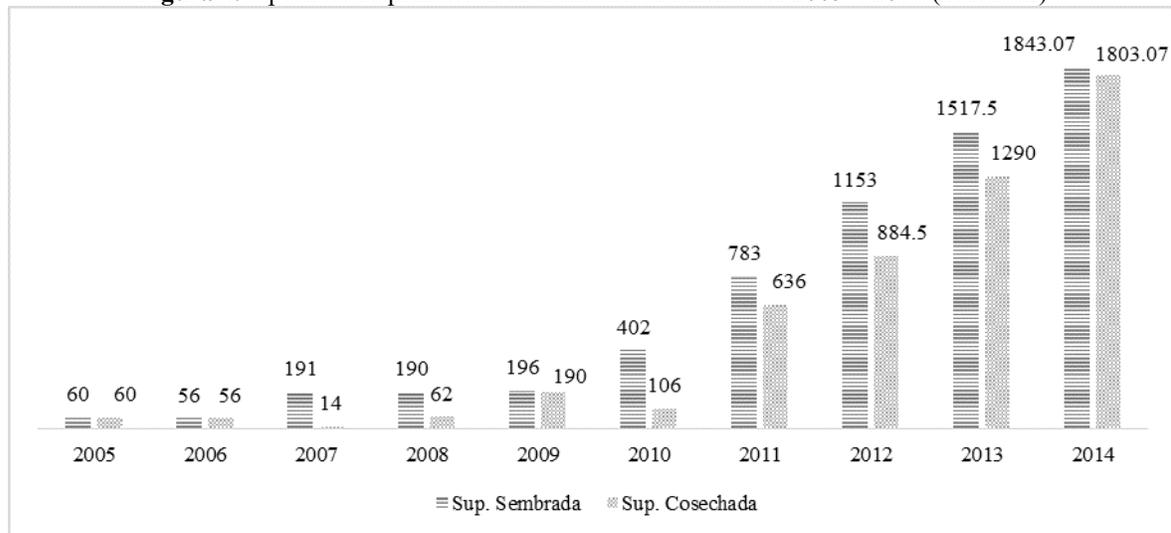
**Figura 3.** Valor comercial de la producción de arándano en 2014 (Miles de Pesos)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El arándano en México es una industria en pleno crecimiento y desarrollo. La superficie cultivada no es significativa comparado con la de los principales países productores. Se cuantificaron en el año 2014 una superficie total plantada de 1,843.07 ha, concentrada en un 67.3% en los estado de Jalisco y Colima. En la Figura 4 se observan los datos históricos del crecimiento de la superficie plantada de arándano en México durante los últimos diez años. La producción de este cultivo mostró un incremento promedio anual de 180% durante el periodo 2010 – 2014, teniendo un máximo crecimiento en 2011, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 10.54. Ton/ha (SAGARPA, 2015).

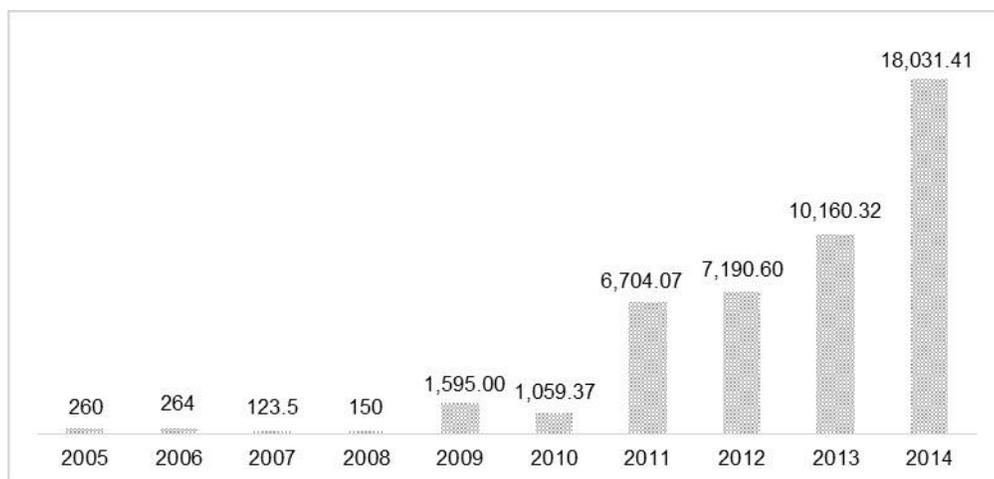
**Figura 4.** Superficie de plantación de arándano en México de 2005 – 2014 (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

El incremento de la producción de arándano a nivel nacional mostró una tendencia positiva como se muestra en la Figura 5, donde se analiza una alza drástica a partir del 2011, manteniendo hasta la fecha el mismo ritmo, estos incrementos se realizaron en los estados de Jalisco y Michoacán principalmente.

**Figura 5.** Producción de arándano en México de 2005 – 2014 (toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA, (2015).

A nivel nacional, el arándano que se destina al mercado de exportación como producto fresco para consumo final, representa el 80% de la producción; mientras que el 20% restante se descarta debido a que no cumple con los requisitos para exportación; de este porcentaje el 15% se industrializa para la elaboración de jugos, mermeladas, postres, etc. y el 5 % restante se va al consumo local.

Durante la última década las tasas de exportación del arándano mostraron variaciones significativas como se observa en la Tabla , a partir del año 2010 se han enviado al mercado norteamericano volúmenes considerables de este fruto, donde afortunadamente ha cobrado mayor precio debido a la demanda de productos con mayor calidad.

**Tabla 1.** Exportaciones anuales de arándano en México (toneladas)

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
<b>Volumen (kg)</b>	80,077,255	5,435,515	4,182,050	2,304,217	1,133,276	424,476	200,986	49,924	34,976	116,884
<b>Valor (SDólares)</b>	83,203,587	41,950,732	34,043,121	17,661,889	7,577,928	2,035,503	1,287,857	438,479	58,032	290,612
<b>Precio de Venta (SDólares/kg)</b>	1.04	7.72	8.14	7.67	6.69	4.80	6.41	8.78	1.66	2.49

Fuente: Elaboración propia con datos de S.E. (2015).

Las importaciones que México realizó de arándano son de los países del sur del continente americano principalmente Chile, debido a su creciente relevancia en el mercado de los productos hortifrutícolas, cabe mencionar que estos frutos son destinados a la industria y consumo en fresco. El incremento de las entradas de este fruto en el mercado nacional ha sido significativo y ha mantenido un precio constante, esto se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Importaciones anuales de arándano en México

	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
<b>Volumen (kg)</b>	177,508	56,310	82,138	94,850	62,289	80,996	39,344	34,851	33,440	27,577
<b>Valor (SDólares)</b>	895,609	378,854	498,867	510,967	277,000	458,432	370,464	342,854	295,830	238,933
<b>Precio de Compra (SDólares/kg)</b>	5.05	6.73	6.07	5.39	4.45	5.66	9.42	9.84	8.85	8.66

Fuente: Elaboración propia con datos de S.E. (2015).

Las empresas exportadoras son de capital chileno y estadounidense. Comercializadoras transnacionales que acopian frutillas (zarzamora, frambuesa, fresa y arándano) fueron atraídas por la disponibilidad de frutas, cercanía

con Estados Unidos, condiciones generadas por los Tratados Comerciales y aún más con la posibilidad de cerrar el ciclo de producción y de mantener una oferta en el mercado durante todo el año (Bascopé, 2012).

Lo anterior indica que las alternativas que tienen los productores para crecer y competir en el mercado mundial deben estar centradas en la innovación, que es la generación, transferencia y adopción comercial de las tecnologías y de la noción para generar riqueza. Estas innovaciones deben involucrarse a los avances en todos los aspectos de la cadena productiva del arándano, desde la plantación, fertilización, poda, control de enfermedades, plagas y malezas, cosecha, procesamiento, transporte y comercialización.

### Conclusiones

En México la producción de arándano se contempla como una alternativa relevante en la industria hortofrutícola, esto debido a las ventajas comparativas y competitivas que tiene el país para figurar como una potencia sobresaliente.

La inversión de los gobiernos locales de los diferentes estados productores, en conjunto con empresas privadas, podrían contribuir al impacto en la producción nacional.

Los datos económicos en la plantación de arándano en México son muy rentables comparadas con las de Estados Unidos y hacen que este cultivo tenga mayor rentabilidad en la industria hortofrutícola, no sólo en México sino en los otros países productores.

Las tendencias de los últimos años en el incremento del valor comercial del arándano generan una oportunidad para mejorar los ingresos de los productores, en las zonas donde existe este cultivo y presentan niveles altos de marginación.

### Referencias

Bascopé J. A., (2012). Realidad productiva del arándano en EE.UU. y México. Agrimundo. (ODEPA). Oficina de Estudios y políticas agrarias. (FIA). Fundación para la Innovación Agraria. Ministro de Agricultura. Santiago de Chile.

Ehlenfeldt, M.K. & Prior, R.L. (2001). Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2222-2227. Recuperado de: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0013656>

FAOSTAT. (2015). Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de estadística. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>

Gómez, M. M.G., (2010) La poda en la productividad de arándano (*Vaccinium* spp.) en Michoacán. (Tesis de maestría) Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. Recuperado de: <http://www.chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2010120708126425.pdf>

SAGARPA, (2015). Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIACON. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Agricultura producción anual. Cierre de la producción por cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)

Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P. (2010) Metodología de la investigación (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.

S.E. (2015). Secretaria de Economía. SIAVI. Sistema de Información Arancelaria Via Internet. <http://www.economia-snci.gob.mx/>

Trehane, J. (2004). Blueberries, Cranberries and other *Vaccinium*s. Timber Press, Portland y Cambridge. 256p.

# Diseño de una aplicación móvil para el control y monitoreo de invernaderos

Morales Zamora Vianney<sup>1</sup>, MC. Maria Petra Paredes Xochihua<sup>2</sup>, e  
Ing. Jesús López Muñoz<sup>3</sup>

**Resumen**—El sistema para el monitoreo y control de las variables climáticas al interior de un invernadero, es un proyecto funcional que permite generar las condiciones climáticas necesarias para el correcto desarrollo del cultivo, controlando la temperatura, la iluminación, el riego automático, la humedad y la ventilación según parámetros definidos por el usuario, y el desarrollo de una aplicación móvil que realice ese control y monitoreo, permitirá al usuario realizar otras actividades sin necesidad de estar siempre en el invernadero.

**Palabras clave**— Invernadero, monitoreo, requerimiento, automatización, aplicación.

## Introducción

El cultivo bajo invernadero pasó de ser una simple estructura de protección de los cultivos contra factores atmosféricos, tales como lluvia, granizo ó nieve, como tradicionalmente se tenía, a ser descrito como una instalación que produce el clima óptimo para los cultivos que allí se encuentren. Para lograr esto es necesario pensar en instrumentos de control y equipos de medida que permitan realizar un control activo del clima al interior del invernadero. El objetivo central de este proyecto es realizar una aplicación en android que controle la temperatura, la humedad, la ventilación, la iluminación y el riego al interior de un invernadero. En esta etapa, se obtuvieron los requerimientos de la aplicación, así como el primer bosquejo de la aplicación. En este documento le proporcionamos un patrón para el formato de su manuscrito. Por favor sea consistente y observe los tamaños de letra y de estilo. Continúa aquí la introducción.

## Descripción del Método

### *Requerimientos funcionales y no funcionales*

Un requerimiento es una característica que el sistema debe tener o una restricción que el sistema debe satisfacer para ser aceptada por el cliente. El levantamiento de requerimientos es la especificación del sistema en términos que el cliente entienda. Existen dos tipos de requerimientos, los funcionales y los no funcionales. Los requerimientos funcionales: describen la interacción entre el sistema y su ambiente independientemente de su implementación. El ambiente incluye al usuario y cualquier otro sistema externo que interactúa con el sistema.

Los requerimientos no funcionales: describen aspectos del sistema que son visibles por el usuario, pero que no incluyen una relación directa con el comportamiento funcional del sistema. Los requerimientos no funcionales incluyen restricciones como el tiempo de respuesta (desempeño), la precisión, recursos consumidos, seguridad, etc. En la tabla 1 se muestran a la izquierda los requerimientos funcionales de la aplicación, que permitirá el control y monitoreo de un invernadero y que muestra las especificaciones que debe contener la aplicación para el envío y recepción de datos y a la derecha los requerimientos No funcionales de la aplicación, donde se plasman las características que debe cubrir la aplicación.

En la Figura 1 se muestran las primeras pantallas de baja fidelidad de la aplicación con base a los requerimientos, y fueron realizadas en el software Balsamiq, se presenta la pantalla de registro, el menú de opciones de la aplicación y la pantalla de sesión de usuario.

<sup>1</sup> MSC. Vianney Morales Zamora es profesora de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales en el instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [yimoza@hotmail.com](mailto:yimoza@hotmail.com)

<sup>2</sup> MC. Maria Petra Paredes Xochihua es profesora de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales en el instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla [petrypx@hotmail.mx](mailto:petrypx@hotmail.mx)

<sup>3</sup> Ing. Jesús López Muñoz es profesor de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales en el instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [rsorin@ieaa.edu.es](mailto:rsorin@ieaa.edu.es)

Clave de requerimiento	Nombre del requerimiento	descripción	prioridad	Clave del requerimiento	Nombre del requerimiento	descripción	prioridad			
RF01	Autenticación de usuario	La aplicación debe contar con autenticación de usuario	alta	RNF01	Conexión a internet	La aplicación requiere que el usuario tenga sus datos activados o esté conectado a internet de forma inalámbrica	alta			
RF02	Registro de usuarios	La aplicación debe contar con el registro de usuario	alta							
RF03	Menú de opciones	La aplicación deberá mostrar un menú de opciones, donde el usuario pueda seleccionar el retroalimentar la aplicación, iniciar un cultivo, y a su vez iniciar el monitoreo, o solo ver la información técnica del cultivo y los requerimientos para cultivar	alta							
RF04	Retroalimentar aplicación	El usuario podrá retroalimentar la aplicación, mediante el registro de información técnica de un cultivo, o bien mediante la actualización de esa información	media				RNF02	Interfaz agradable	La aplicación debe tener una interfaz amigable e intuitiva para el usuario	media
RF05	Inicio de cosecha	El usuario podrá iniciar una cosecha, en la cual el usuario podrá visualizar la información requerida para ese cultivo, además podrá seleccionar el cultivo y sus características, e iniciar el monitoreo	alta				RNF03	Interfaz de fácil uso	La aplicación deberá contener una buena distribución de sus componentes para hacer que el uso de las mismas sea fácil para el usuario	media
RF06	Consulta de información del cultivo	El usuario podrá consultar la información técnica del cultivo, como lo es la temperatura, humedad, etc. adecuada para el cultivo seleccionado, y los requerimientos técnicos para cosechar	media				RNF04	Megas requeridos para la instalación	La aplicación requerirá de un mínimo de 5 megas para su instalación	alta
RF07	Monitoreo del cultivo	El usuario podrá visualizar las variables de humedad, temperatura, etc., que se estarán visualizando en el invernadero	alta				RNF05	solo para el SO Android	La aplicación solo estará disponible para el sistema operativo Android	alta
RF08	Alarma	El usuario recibirá una alarma en su aplicación cuando alguna variable cambie, con la que el usuario podrá controlar la automatización de la aplicación					RNF06	Seguridad de información	La aplicación deberá tener	alta
RF09	Resultado de la alarma	Una vez activada la alarma el usuario podrá controlar desde la aplicación, la apertura o cierre de	alta							

Tabla 1. Requerimientos funcionales y no funcionales

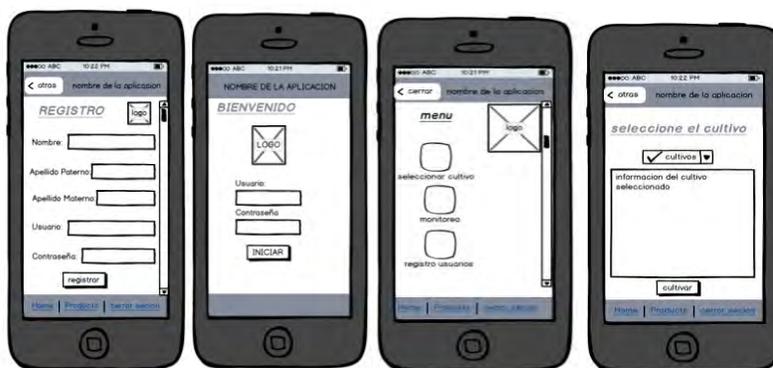


Figura 1. Pantallas de baja fidelidad

Las interfaces se programaron en eclipse con el SDK de android, en la figura 2 se muestra la pantalla de inicio de la interfaz. Donde el usuario podrá realizar su registro de información o bien si ya cuenta con un usuario podrá acceder a su cuenta .

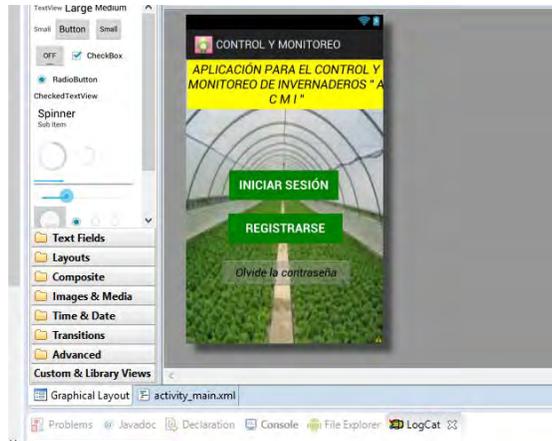


Figura 2 pantalla principal de la aplicación

AL requerir registrarse, el usuario deberá de agregar sus datos principales para poder obtener una cuenta (ver figura 3).



Figura 3. Registro de usuarios

En el caso de contar ya con una cuenta solo basta con dar clic en el botón de iniciar sesión, agregar los datos de autenticación y posteriormente entrar al menú principal de la aplicación como se muestra en la figura 4. Donde se muestra la opción de verificar el monitoreo dado el caso que este ya se haya iniciado previamente, otro botón es el de iniciar el proceso, revisar la información de cultivos y agregar información de cultivos.



Figura 4. Menu principal de la aplicación

En la opción de verificar el monitoreo, se mostrara un menú de opciones donde el monitoreo podrá hacerse de forma visual (chequeo de cámaras), se podrán verificar los sensores de temperatura y humedad. (ver figura 5).



Figura 5 . Menu de opciones para el monitoreo

En la figura 6, se muestran las interfaces del monitoreo con las cámaras, de los sensores de temperatura y de humedad.



Figura 6. Interfaces de los tipos de monitoreo de la aplicación

En el caso de seleccionar el botón de iniciar proceso , se re direccionara a una interfaz que se muestra en la figura 7, donde el usuario podrá registrar la fecha del cultivo , así como también el número de surcos, etc. Además de que la aplicación mostrara algunas recomendación a tomar en cuenta en este proceso, pero el usuario decidirá tomar en cuenta esa información o modificarla .

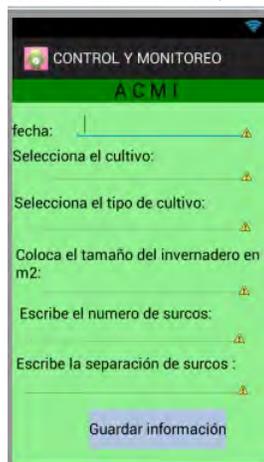


Figura 7. Datos de inicio delm proceso de monitoreo

En la opción de información de cultivo, el usuario podrá seleccionar algún cultivo registrado en la base de datos y podrá verificar sus datos más importantes a ser considerados para la producción de, mismo, ver figura 8.

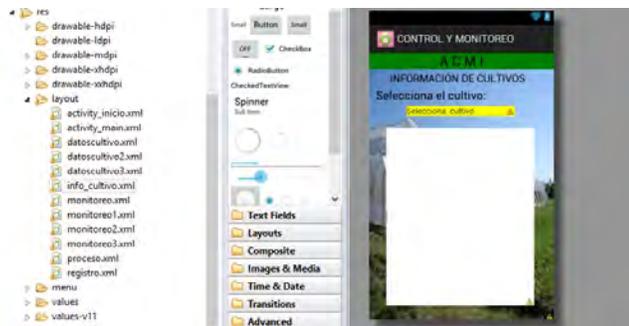


Figura 8. Interfaz donde se mostrara la información de cultivos

Y finalmente en la opción de agregar información de cultivos, los expertos en la materia, así como los usuarios que ya cuenten con información basta sobre la producción de cultivos , podrán registrar información de estos. (Ver figura 9).



Figura 9. Interfaces donde se hara el registro de la información de los cultivos

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Hasta el momento se tiene el diseño de las interfaces que permitirán el monitoreo de invernaderos, así como el diseño de la base de datos, se ha obtenido información de diversos especialistas en agricultura y siembra, que han permitido alimentar la base de datos.

#### Conclusiones

La obtención de requerimientos en el desarrollo de sistemas y aplicaciones móviles es esencial y es la base para realizar el diseño y plasmar las ideas del usuario antes de realizar la programación. Y el uso de las tecnologías en la optimización de procesos y actividades sea convertido en una herramienta para el desarrollo tecnológico en el cuidado del medio ambiente. Y el desarrollo de una aplicación móvil que permita controlar y monitorear las variables de cambio en un invernadero, será una herramienta de gran apoyo para el sector agrícola que realice cultivos bajo invernaderos en la región y en el estado. Otro punto muy importante es que el uso de estas nuevas tecnologías son de bajo costo y se encuentran accesibles para la mayoría de las personas, de igual forma no se necesitan grandes conocimientos informáticos para poder operarlas, este tipo de aplicaciones son funcionales y precisas además de ser catalogadas como una de las herramientas informáticas más novedosas y que pueden ser instaladas en un celular y ser monitoreadas en el lugar mismo o a distancia, la características y el campo de oportunidad es muy amplio y permite un apoyo efectivo y sustentable para programar las actividades y trabajos con grandes resultados, y eficiencia, Android es además el más completo y funcional sistema operativo móvil, flexible e intuitivo, y altamente personalizable, en el que las aplicaciones móviles (App) cobran un protagonismo básico en la forma en que los consumidores aprovechan las ventajas tecnológicas de un Smartphone. La creación, desarrollo y evolución de los sistemas operativos han sido

básicos para el acercamiento al consumidor particular de productos especialmente sensibles para el gran consumo, como son los ordenadores y los teléfonos móviles. El sistema operativo ha hecho posible que cualquier individuo corriente pueda manejar un dispositivo electrónico sin la necesidad de tener conocimientos técnicos, siendo relativamente sencillo hacerse con el control de una interfaz de usuario visual.

#### *Recomendaciones*

Se recomienda validar con más personas especialistas la información a registrar en la aplicación, antes de concluir o avanzar más con la programación.

#### **Referencias**

FAO. (2002). CAPÍTULO 4: CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE. Consultado el 10 de diciembre de 2015 de: <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s06.htm#bm06>.

Kalpakjian, S. y SchmidS., R. (2005). Manufactura, ingeniería y tecnología. México, D. F.: Prentice Hall.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación). Consultado el 20 de Agosto de 2015, de: [www.sagarpa.com.mx](http://www.sagarpa.com.mx).

Ville, Claude. (1992). Biología, 2ª ed. Interamericana Mc. Graw- Hill.

#### **Notas Biográficas**

##### APENDICE

##### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Qué es monitoreo?
2. ¿Cuál es la plataforma ideal para programar en android?
3. ¿Qué metodología se adapta mas a la solución del problema?
4. ¿Para qué sirven los requerimientos funcionales y no funcionales?

# Fracture Energy Behaviour of Self-affine Cracks in a Quasi-brittle Material

Carlos A. Mora Santos<sup>1</sup>, Rodrigo Hernández Zempoaltecatl<sup>2</sup>, Orlando Susarrey Huerta<sup>2</sup>

**Abstract**— In this work the porosity effect and the size effect on the fracture energy of a quasibrittle material is studied. The self-affine crack mechanics is used to relate the resulting crack surface roughness of this kind of material with the work of fracture during the crack propagation. It is observed that the porosity does not influence on the fractal roughness of the resulting crack surfaces,  $H = 0.5$  for Closed-Pore,  $H = 0.5$  for Medium-Pore,  $H = 0.45$  for Open-Pore, but only on the work of fracture. Moreover, by a scaling law, the fracture energy reaches an asymptotic behaviour (scale independent) towards large specimen sizes and is dependent on Fracture Process Zone in the small scale.

**Keywords**—Fracture Energy, Self-affine Crack Mechanics, Size Effect.

## Introduction

Disordered fibre-composites have been used in many industrial applications such as automotive parts, insulators, fluid filters, tissue templates, and paper. In these materials, the position of each fibre is independent of the other, giving rise to the random-fibre-network microstructure. The inherent strength depends on both, the relative mechanical properties and topology characteristics of each involved phase, and the interacting conditions among them.

Fracture, as a precursor of material failure, can be assumed as the breaking of a solid in two or more parts under the action of service loads through the creation process of new surfaces, the fracture surfaces. Fracture mechanics (FM) studies the response and failure of materials as a result of initiation and crack propagation; it relates the size, the structure shape and boundary conditions of a component. For this, FM relies on two basic criteria governing the fracture of materials, the stress criterion and energy. The first is based on the fact that the local stress developed around the crack tip must be large enough to overcome the cohesive strength of the material. The energy criterion states that the extension of a crack occurs when the energy available for growth exceeds the crack resistance of the material.

By taking the maximum stress as the nominal strength of materials in the stress strain response of notched materials (assuming it is located in the tip of a crack), these can be classified as brittle, ductile and quasibrittle, as shown in figure 1. In a brittle material, once the maximum stress is reached, the material fails catastrophically without a nonlinear dissipation zone (Figure 1a); in a ductile material, where the interacting microdefects are closed into a very, narrow zone (defined as the plastic zone), the strength remains constant after the maximum resistance is reached (Figure 1b). Quasi-brittle materials are characterized by the existence of a large Fracture Process Zone (FPZ), where the distributed cracking zone is present and it represents the nonlinear zone at the crack tip, here, the nominal strength decreases to zero towards the tip of the notch and is observed a strain-softening in the stress-strain curve (Figure 1c). As a result of their heterogeneity and development of the FPZ, these materials fail only after a large crack has grown in a stable manner.

As shown above, the fracture strength of materials depends on both, the geometry and materials on various characteristic length scales of the specimen, namely *size effect*. This size effect can be understood considering that some form of disorder, such as dislocations, grains or microcracks, is always present; that is, the smaller is the scale of observation the biggest is the effect of microstructural arrangement on the studied property. Due to this, it has been proposed that the microstructural arrangement must be clarified according with a scale of observation, by the *Separation of Scales*, it can be defined as follows (Ostoja-Starzewski 2006):

$$e_0 < \left\{ \begin{array}{l} e_0 \\ e_{\text{macro}} \end{array} \right. \quad (1)$$

In the equation (1)  $\varepsilon_0$ , which is the *microscale* ( $\ll 1\text{mm}$ ), admits two options: the inequality  $\varepsilon_0 < \varepsilon$  may be

<sup>1</sup> Carlos A. Mora Santos. Departamento de Metal-Mecánica, Instituto Tecnológico de Apizaco, Carretera Apizaco - Tzompantepec, esquina con Av. Instituto Tecnológico S/N, Conurbado Apizaco - Tzompantepec, Tlaxcala, MÉXICO. 90300. [cmora@itapizaco.edu.mx](mailto:cmora@itapizaco.edu.mx). (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Grupo Mecánica Fractal. Instituto Politécnico Nacional SEPI-ESIME-Zacatenco, U.P. Adolfo López Mateos, Edif. 5, 3er. Piso, México D.F., MÉXICO.07738.

sufficient for microstructures with weak geometric disorder and, otherwise a much stronger statement  $\varepsilon_0 \ll \varepsilon$  applies. In paper this scale distinguishes the particular effects of fibre and interfibre-bond arrangement and the developed stresses that depend on.  $\varepsilon_{\text{macro}}$  is the *macroscale* (m), in which usually the microstructure is homogenized in such a way the strength variability is due to the full structure (web). In the *mesoscale*  $\varepsilon$  ( $10^{-3} - 10^{-2}$  m) the structural disorder manifests itself as variations in the mass density, the elastic coefficients and the local strength and it has been observed that it can be the bridge between the macro scale behaviour of structures and their microstructure (Hristopulos and Uesaka 2004).

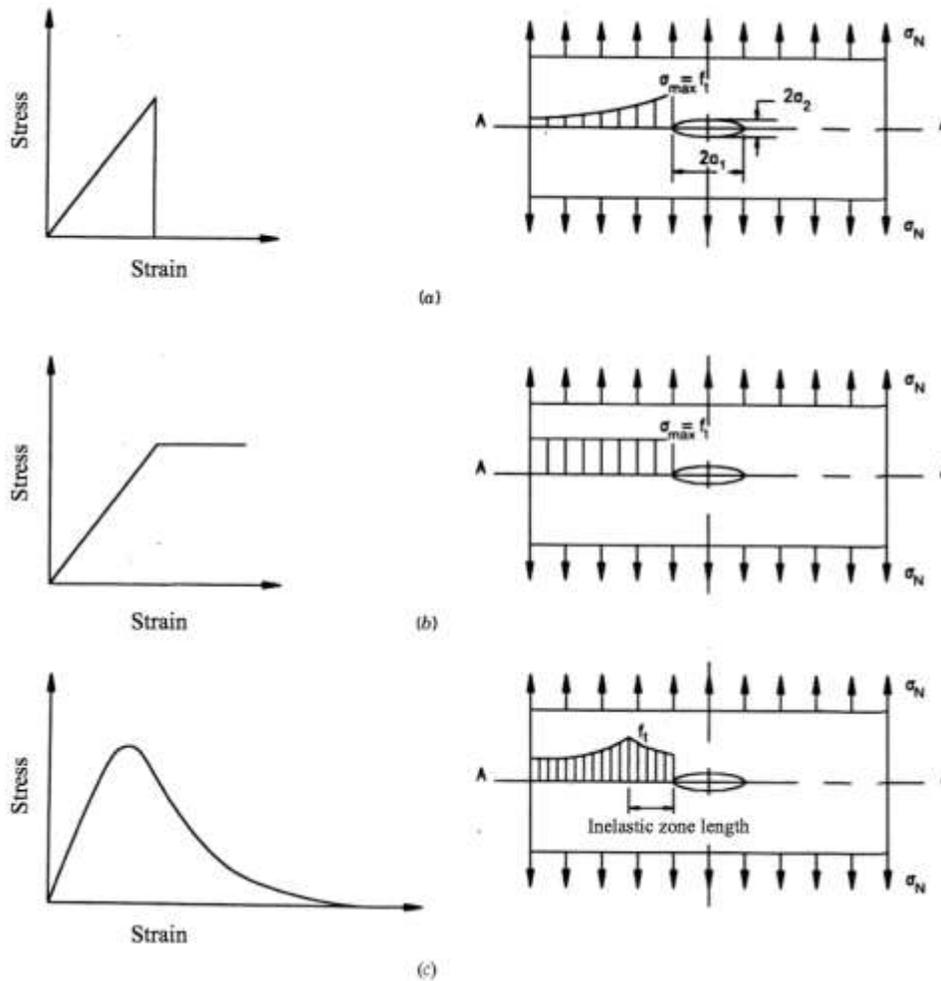


Figure 1. Nominal strength of several types of materials (Shah, Swartz et al. 1995).

By the energy approach, in a linear elastic body, the condition for a crack growth is (Janssen, Zuidema. et al. 2002, Anderson 2005):

$$G = \frac{-dP}{dA} \geq G_F = R \quad (2)$$

however, results for quasibrittle materials, show that the measured fracture energy  $G_F$  vary with specimen size (Bramshuber and Hilsdorf 1990, Wittmann, Mihashi et al. 1990, Scavia 1996). Under this observation, Borodich (Borodich 1994) and Carpinteri (Carpinteri 1994) have proposed that the fracture energy can be fractally related to fracture surfaces. That is, under a tensile load, the work of fracture must correspond to real crack surface, which can be treated statistically scale invariant. Then, since the roughness of the created crack leads to an increase on the fracture surfaces area, the fracture energy decreases, and thus the size effect is given by:

$$G_F^{\text{real}} = \frac{W_F}{A(e)} = \frac{W_F}{A^{\text{real}}} \quad (3)$$

where  $A(\varepsilon)$  is the area at the scale  $\varepsilon$ ;  $W_F$  is the total work of fracture. The microstructural influence of materials on its macroscopic behaviour is mainly due to their morphology, which consists on the material geometry, topology and structure of the surface. The *geometry* refers to the size, shape and arrangement of the constituent elements; the *topology* and are connected to one another each element and finally the natural interaction of both result in *the structure of a material surface*. Observing the problem of formation of cracks is shown that the geometry of the faces resulting from this rough stochastic nature. The resulting rough crack surfaces can be treated, statistically, as scale invariant under the self-affine fractal transformation in a limited range of scale:

$$Y(l_x x) = l_x Y(x) = l_x^H Y(x) \tag{3}$$

where,  $H$  is the Hurst exponent and characterizes the fractal roughness of the crack surface along the crack path  $Y(x)$ ,  $\lambda_x$  is the scaling. This dimension represents the geometric complexity and is independent of the scale, it consists of two parts: the integer part, indicates whether the analyzed data represent a (two-dimensional) trace or surface (tree-dimensional) and, the fractional part, which represents the roughness surface, it is associated with the mechanisms of fracture and is affected by the microstructure of materials. Spatial correlations of the rough interface are characterized by the height-height correlation function as:

$$G(D, t) = \sqrt{\langle [h(x+D, t) - h(x, t)]^2 \rangle_D} \tag{4}$$

where  $\langle \dots \rangle$  denotes average over  $x$  in a window of size  $\Delta < w$  (specimen width) under (3).

Paper is a quasi-brittle material, in which fibre arrangement dependent-disorder is produced during the formation process; due to this, it is considered as a good candidate material in order to study the fracture behaviour of disordered media (Alava and Niskanen 2006). By using the Self-Affine Crack Mechanics to relate the resulting crack surfaces to the Work of Fracture, the porosity effect on the fracture behaviour at different specimen size in Filter Paper is studied in this work.

### Materials and Methods

Filter Paper is a heterogeneous low-density pure-wood machine-made paper with a random arrangement of the fibers in its microstructure. It has a well-defined anisotropy in its mechanical properties associated with a preferential orientation in the Machine Direction (MD) of the fibers on the macroscopic size, as shown in Figure 2. Several types of filter paper are manufactured under similar conditions varying the porosities for use as auto-air, oil and fuel filter papers (Tianjin Kay European Technology Co. 2012). In this work, three different porosities of this kind of paper were considered (Table 1): Open-Pore (OP), Medium-Pore (MP) and Closed-Pore (CP).

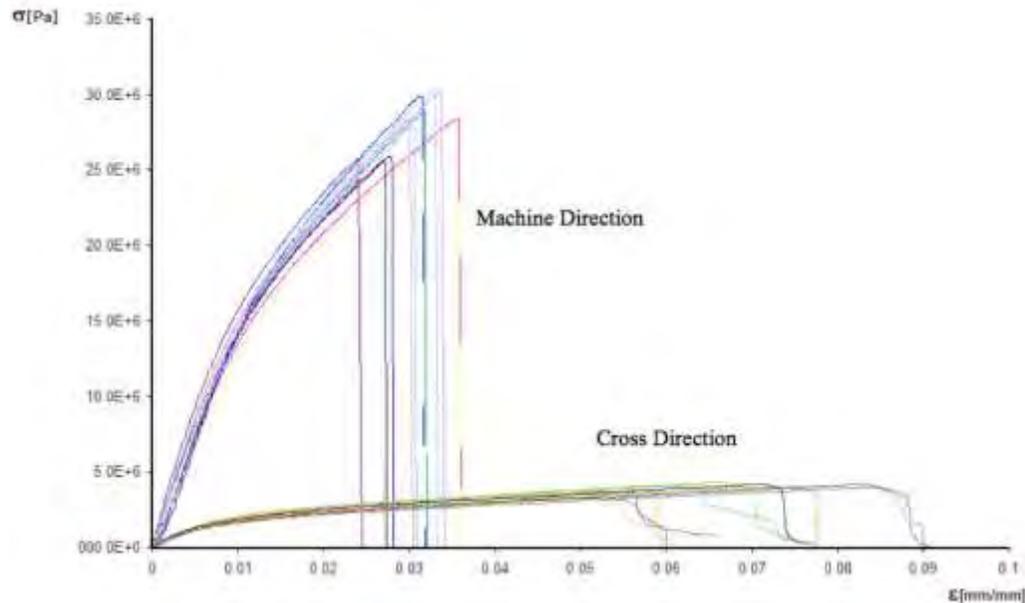


Figure 2. Typical stress strain of Filter paper in Cross and Machine Directions, respectively.

Under constant scaling in the specimen size ( $\lambda w$ ,  $\lambda=1, 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 35, 40$ ), 30 samples of center-notched commercial filter paper (with  $a_0/w = 0.25$ , where  $a_0$  is the initial crack length) for three different pores were

tested. They were elongated under a constant displacement rate of 1 mm/min at similar relative humidity  $31 \pm 2\%$  and temperature  $25 \pm 1.5$  °C conditions. Mechanical tests were carried out on a mechanical testing system (MTS) 858-5 testing machine. The resulting fracture surfaces were digitalized by scanning to 2400 dpi though the crack propagation path and they were analysed using five different statistical self-affine methods adopted in the BENOIT 1.2 © (TruSoft-Int'l Inc 1999). Since the fibers are much longer than the thickness of the paper sheet, the network is planar and almost two-dimensional, then, the crack surfaces can be counted as bidimensional self-affine curves, where the elevation range  $\Delta z$ , statistically related to the horizontal window of size  $\varepsilon$ , scales as  $\Delta z \sim \varepsilon^H$  with  $H$ , the called Hurst exponent, eq. (3) and (4).

PROPERTY	Open-Pore	Medium-Pore	Closed-Pore
Thickness [mm]	> 0.32	>0.25	>0.21
Areal Density[kg/m <sup>2</sup> ]	0.1284	0.1034	0.1024
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	400.09	411.95	485.76
Young Mod. [GPa]	1.12 ± 0.15	1.57±0.20	2.02±0.25
Fiber width [mm]	0.04 ± 0.03	0.04±0.03	0.04±0.03
Fiber density [kg/m <sup>3</sup> ]	1494	1494	1494
Porosity, %	73.2	72.4	67.5

Table 1. Principal properties of commercial filter paper.

### Results and Discussions

In this study, energy-consuming processes considered are only due to the fiber pullout, interfiber-bonds rupture and, the respective breakage of each fiber closed into the *Fracture Process Zone* ahead of the crack tip. The resulting surface roughness is assumed due to the randomness of the microstructure (Mora Santos, Susarrey Huerta et al. 2013). Under the fractal regime, the crack surfaces displayed self-affinity, Equations (3) and (4) characterized by the Hausdorff dimension of  $H = 0.45$  for OP and,  $H = 0.5$  for both MP and CP papers. It has been found that the fracture surfaces can be influenced by the existence of an anomalous roughening scaling (López and Schmittbuhl 1998), however in this work it was not observed any anomalous scaling ( $H = \text{cte}$  over all crack path). The showed fractal behaviour can be attributed to the porosity, considered as another phase and part of disorder in paper materials. By simulating damage and fracture in disordered systems Alava et al. (Alava, Nukala et al. 2008) and Kale and Ostoja-Starzewski (Kale and Ostoja-Starzewski 2014) found similar dependence, the disorder affects significantly the stress-strain response, the fracture toughness  $K_c$  and the fracture surfaces.

In figure 3, the typical stress-strain curves display the fracture process of three characteristics specimen size of a MP-paper:  $w = 10\text{mm}$  ( $\varepsilon = \varepsilon_0$ ),  $w = 200\text{mm}$ , and  $w = 400\text{mm}$  are shown<sup>3</sup>. At the initial stage of loading, as long as no crack propagation has occurred, the material dissipate part of the stored energy equal to  $U = \int_0^{\delta_0} P d\delta$ , in the present study, as the material behaves as linear elastic material at the beginning of load it is  $U = 1/2P\delta$ . In this respect, the size scaling of the samples and the porosity of the material does not affect the elastic energy before the onset of crack propagation, figure 4.

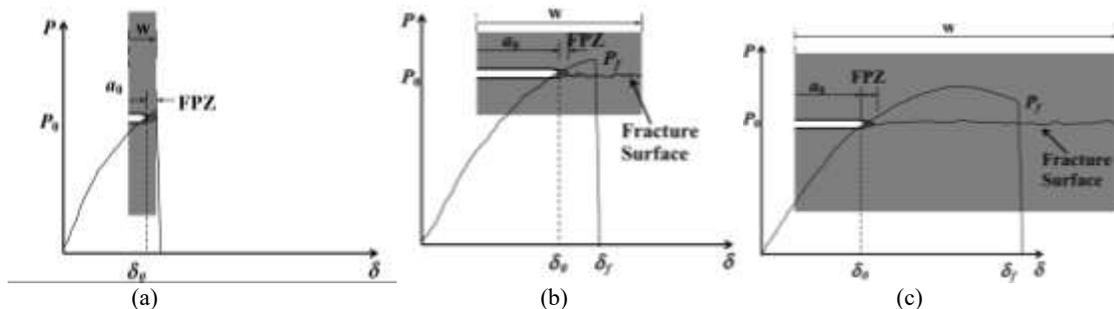


Figure 3. Load-elongation curves, for three characteristic specimen sizes of MP paper (the same behavior was observed for the other two pores): a)  $w=10\text{mm}$ ; b)  $w=200\text{mm}$ ; c)  $w=400\text{mm}$ .

<sup>3</sup> OP and CP filter papers showed similar behaviour than MP, but due to the space we limited our study to the last one in this paper assuming the difference in the correspondig results.

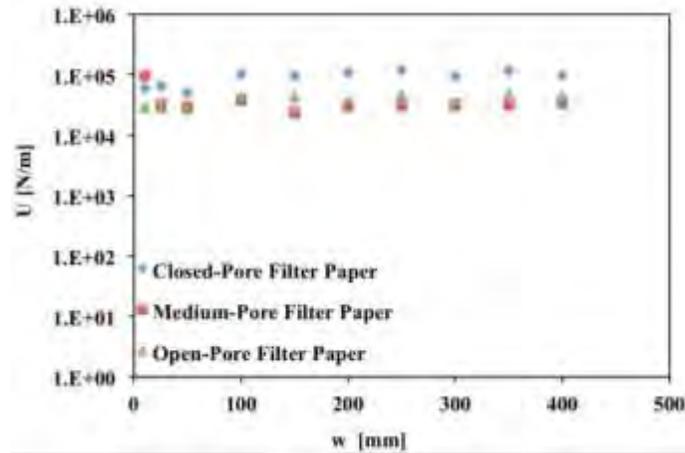


Figure 4. Elastic energy before onset of crack propagation.

Once a crack is initiated, its motion is determined by balancing the energy that it dissipates with that which is externally supplied, in quasibrittle materials this is observed when the curve stress-strain starts to deflect; however, in this study in all experiments, the crack initiation was determined from *in situ* observations with an optical microscope. As it is shown in figure 3a, in the smallest size ( $w = 10\text{mm}$ ) the fracture process zone develops in the overall ligament zone of the sample, then the fracture energy in this case, must be is mainly to the FPZ development (figure 3a), which is disorder-dependent (Alava, Nukala et al. 2008). In figures 3b and 3c can be seen that during the crack growth, the critical crack length always grows without reach the edge of the specimen; this means, the resulting real surface  $L_c^D$  or the real area  $A^{\text{real}}$  is not equivalent to the full ligament area ( $A_0 = w - a_0$ ), therefore  $L_c^D < L_0$ . That is, the real fracture energy, which is calculated taking into account the self-affine character of the fracture surfaces must be considered proportional to the area under the curve stress-strain from the beginning of the crack onset  $\sigma_0$  to the instable fracture  $\sigma_c$  ( $x \in [d_0, d_c]$ ). By the Fractal Dimension Correlation Method (Schroeder 1991) it is observed that the fractal character of the fracture energy scaling is almost the same as the observed by the displayed by the resulting fracture surfaces, figure 5.

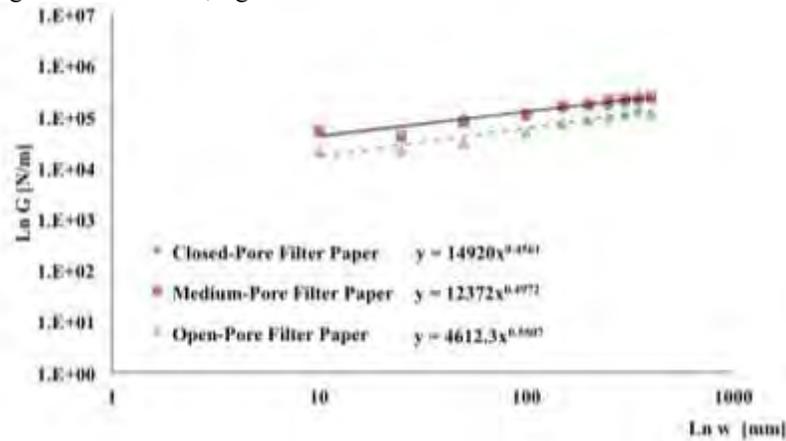


Figure 5. Fractal Fracture energy behaviour

### Conclusions

In this work we studied the size effect on the fracture energy of a quasibrittle material in three different porosities. It was shown that the fractal roughness of crack surfaces ( $H = 0.5$  for Closed-Pore,  $H = 0.5$  for Medium-Pore,  $H = 0.45$  for Open-Pore) is no influenced by the porosity but only on the work of fracture, in this work it was not observed any anomalous scaling ( $H = \text{cte}$  over all crack path). The size scaling of the samples and the porosity of the material does not affect the elastic energy before the onset of crack propagation. The fractal character of the

fracture energy, characterized by the correlation method, is almost the same as the observed by the displayed by the resulting fracture surfaces, characterized by the Hurst exponent. As it is shown in figure 3, The fracture energy must be calculated based on the resulting real surface  $L_c^D$  or the real area  $A^{\text{real}}$ , which is not equivalent to the full ligament area ( $A_0 = w \cdot a_0$ ), in the limit of ( $x \in [d_0, d_c]$ ). In the smallest size ( $w = 10\text{mm}$ ) the fracture energy is mainly to the FPZ development (figure 3a), which is disorder-dependent (Alava, Nukala et al. 2008). This implies that the fracture energy behaves asymptotically towards large sizes and in the small-scale limit it depends on the Fracture Process Zone size, which depends on the microstructural disorder of the material.

**Acknowledgments:** Carlos A. Mora Santos thanks to Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México for the Postdoctoral Grant No. 208208. R. Hernández Zempoaltecatl and O. Susarrey Huerta thanks to the Instituto Politécnico Nacional for the partial support.

### References

- Alava, M. and K. Niskanen (2006). "The physics of paper." *Reports on Progress in Physics* **69**(3): 669.
- Alava, M. J., P. K. V. V. Nukala and S. Zapperi (2008). "Role of Disorder in the Size Scaling of Material Strength." *Physical Review Letters* **100**(5): 055502.
- Anderson, T. L. (2005). *Fracture Mechanics, Fundamentals and Applications*, Third edition, Taylor & Francis Group, LLC.
- Borodich, F. M. (1994). "Fracture energy in a fractal crack propagating in concrete or rock." *Doklady of the Academy of Sciences of the USSR. Earth Sciences Sections* **327**(8): 36-40.
- Brameshuber, W. and H. K. Hilsdorf (1990). "Influence of ligament length and stress state on fracture energy of concrete." *Engineering Fracture Mechanics* **35**(1-3): 95-106.
- Carpinteri, A. (1994). "Scaling laws and renormalization groups for strength and toughness of disordered materials." *International Journal of Solids and Structures* **31**(3): 291-302.
- Hristopoulos, D. T. and T. Uesaka (2004). "Structural disorder effects on the tensile strength distribution of heterogeneous brittle materials with emphasis on fiber networks." *Physical Review B* **70**(6): 064108.
- Janssen, M., J. Zuidema. and R. J. H. Wanhill (2002). *Fracture Mechanics*, Second edition, Vereniging voor Studie- en Studentenbelangen te Delft.
- Kale, S. and M. Ostojca-Starzewski (2014). "Elastic-Plastic-Brittle Transitions and Avalanches in Disordered Media." *Physical Review Letters* **112**(4): 045503.
- López, J. M. and J. Schmittbuhl (1998). "Anomalous scaling of fracture surfaces." *Physical Review E* **57**(6): 6405-6408.
- Mora Santos, C. A., O. Susarrey Huerta, V. Flores Lara, J. Bedolla Hernández and M. A. Mendoza Nuñez (2013). "Failure Stress in Notched Paper Sheets." *Key Engineering Materials* **569-570**: 417-424.
- Ostojca-Starzewski, M. (2006). "Material spatial randomness: From statistical to representative volume element." *Probabilistic Engineering Mechanics* **21**(2): 112-132.
- Scavia, C. (1996). "The effect of scale on rock fracture toughness: a fractal approach." *Géotechnique* **46**(4): 683-693.
- Schroeder, M. R. (1991). *Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise*, W. H. Freeman and Company.
- Shah, S. P., S. E. Swartz and C. Ouyang (1995). *Fracture Mechanics of Concrete: Applications of Fracture Mechanics to Concrete, Rock, and other Quasi-brittle Materials*, John Wiley and Sons, Inc.
- Tianjin Kay European Technology Co., L. (2012).
- TruSoft-Int'l Inc (1999). BENOIT 1.2.
- Wittmann, F. H., H. Mihashi and N. Nomura (1990). "Size effect on fracture energy of concrete." *Engineering Fracture Mechanics* **35**(1-3): 107-115.



*Modelo de negocio/cadena de valor*

Para realizar este estudio se seleccionó una empresa metalmeccánica de giro automotriz localizada en el estado de Tlaxcala, tras un diagnóstico inicial se identificó la principal línea de producción y la principal familia de productos, la cuál representa el 60% de la facturación de la empresa; el presente trabajo se desarrolla entorno a esa familia de productos. Para conocer el contexto y lo relativo al modelo de negocio de la PYME, se llevaron a cabo tres entrevistas al gerente general y dueño de la empresa, el cuál indicó las directrices generales, el modelo de negocio de la PYME y su visión respecto de la innovación en la cadena de valor para la competitividad de la empresa, observándose un compromiso favorable hacia el cambio y la innovación.

*Recolección de datos operativos*

Se llevó a cabo la recolección de datos, se obtuvo información sobre las jornadas de trabajo, sin considerar el tiempo de comida, como se muestra en la Figura 1.

Jornada de trabajo		
Proceso	Turno (horas)	Disponibilidad (segundos)
Corte	8.5	30600
Careado y cilindrado	8.5	30600
CNC	7.5	27000
Fresado	8.5	30600
Taladrado	8.5	30600
Limpieza	7.5	27000
Inspección	7.5	27000

Figura 1. Antecedentes de jornadas de trabajo

Además se obtuvo información sobre los objetivos de producción, el producto no conforme (scrap y retrabajos) y tiempos operativos, ésta recopilación se realizó para cada uno de los procesos, en la Figura 2 se observa los datos del proceso de corte, solo como una muestra de lo que se llevó a cabo en los demás procesos.

VOLUMENES DE PRODUCCION DE PROCESO CORTE				
Enero a septiembre	TOTAL	SCRAP	RETRABAJO	TOTALES
<b>TOTAL</b>	33404	1025	574	34826
<b>promedio mes</b>	5567	171	96	6965
<b>promedio día</b>	232	7	4	290

Figura 2. Volúmenes de producción

*Análisis de información*

La información recabada se capturó en medios electrónicos para depurarla, clasificarla y calcular los siguientes indicadores:

- 1) Tiempo de ciclo (TC)
- 2) Disponibilidad
- 3) Tiempo de funcionalidad (TF)
- 4) Tiempo de cambio (T/O)
- 5) Función de pérdida de calidad (QLF)

Para cada proceso operativo de la línea productiva se obtuvieron los datos de manufactura que deberán de integrarse en el VSM estado presente, como se muestra en la Figura 3, se observa los datos del proceso de corte, solo como una muestra de lo que se llevó a cabo en los demás procesos. Para el análisis, también se tomó una muestra de los indicadores de producción y calidad, considerando los datos de los últimos 6 meses.

Reporte Producción de proceso corte			
Tiempo de ciclo (Seg./Pz.)	9	Tiempo de cambio (T/O)	0.0
Producción promedio diaria total	232	Tiempo Muerto No Planeado (%)	93.18%
Producción Teórica Diaria	3,400	Scrap (%)	3.07%
Tiempo de funcionalidad (%TF)	6.82%	Retrabajo promedio diario (%)	1.72%
Tiempo Muerto Planeado (%)	0.00%	Función pérdida de calidad (QLF)	1.0479

Figura 3. Indicadores de producción

Para analizar la información y estructurarla se realizó un gráfico de flujo de proceso de la empresa como se muestra en la Figura 4, el cual permitió conocer los desperdicios que se generaban en cada una de las operaciones, además permite calcular el Lead Time que es la suma de todas las operaciones tanto de valor como de no valor

agregado, en este caso es de 33.3 días y el índice de valor agregado que es del 0.01%, lo cual nos evidencia las graves deficiencias en la cadena de valor. Además, muestra los tipos de desperdicios que se observan en cada sección de la cadena de valor (ver figura 4).

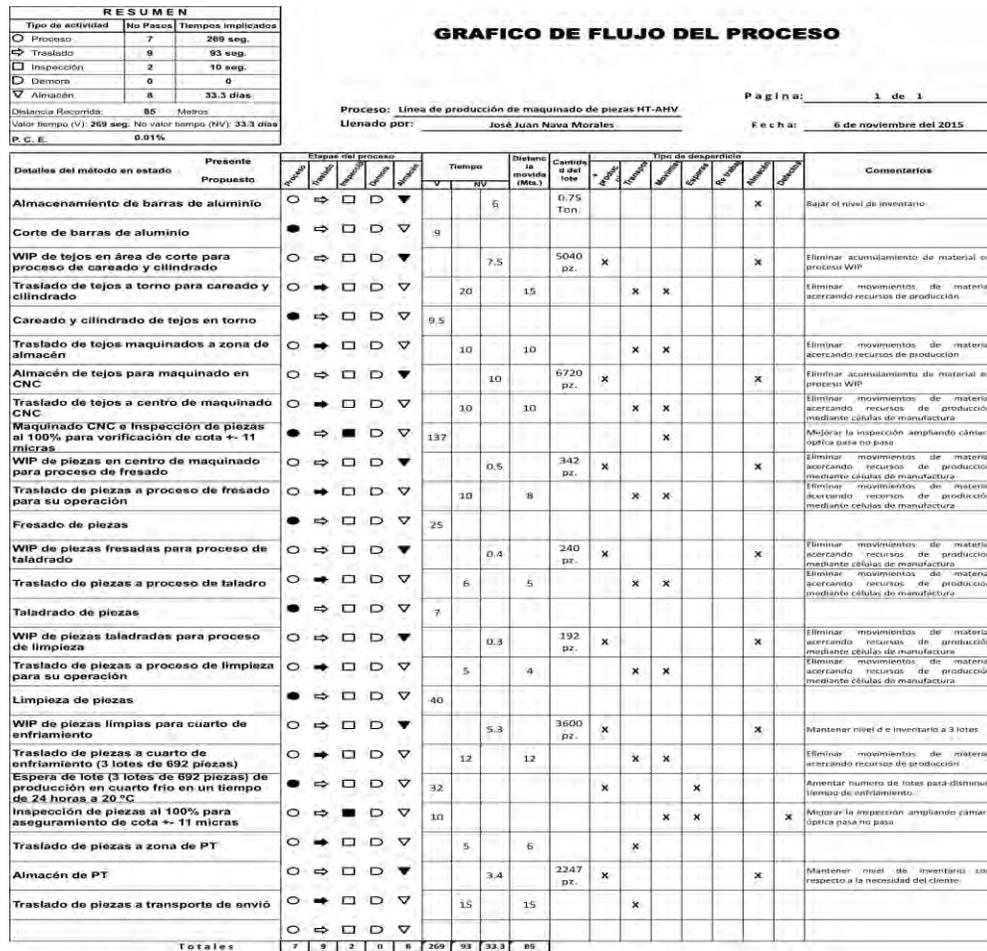


Figura 4. Flujo de proceso

*Value Stream Mapping*

Una vez recabados los datos, se realizó el Value Stream Mapping (VSM) en estado actual, el cual se muestra en la Figura 5. Es posible observar el flujo de los procesos bajo un concepto de empuje, las líneas de comunicación desconectadas entre procesos fluyen de manera independiente generando programas de producción de acuerdo a las necesidades de cada parte del proceso, el plazo de entrega de producción es demasiado lento con 33.3 días derivado del acumulamiento de productos en cada etapa del proceso y un tiempo de fabricación total de 269.14 segundos, lo que indica que la empresa tarda 269.14 segundos en fabricar una pieza y que el plazo de entrega al cliente es de 33.3 días lo que nos da una idea clara de que el flujo de fabricación es muy lento.

*Cálculo de los indicadores claves de desempeño (KPI's)*

Una vez documentada la información se procedió a obtener el cálculo de los KPI's (por sus siglas en inglés) de la línea de producción, entre ellos destacan el takt time (T.T.), tiempo de ciclo planeado (PCT, por sus siglas en inglés) y la eficiencia general de equipo (OEE, por sus siglas en inglés). En la figura 6, se observan los resultados obtenidos en la empresa, siendo el T.T. de 40.17 seg./pza. y el PCT de 17.60 seg./pza. lo que implica que para garantizar la entrega al cliente con respecto a su T.T. la empresa debe producir a una velocidad mas alta, es decir disminuir el tiempo de procesamiento por debajo del T.T., como lo indica el PCT, con el fin de absorber todos los desperdicios generados en la línea de producción; por otra parte el indicador OEE, que dio un resultado del orden de 41.59%, reafirma que el proceso de producción es inaceptable y de muy baja competitividad, cuando se compara con índices de manufactura de clase mundial.

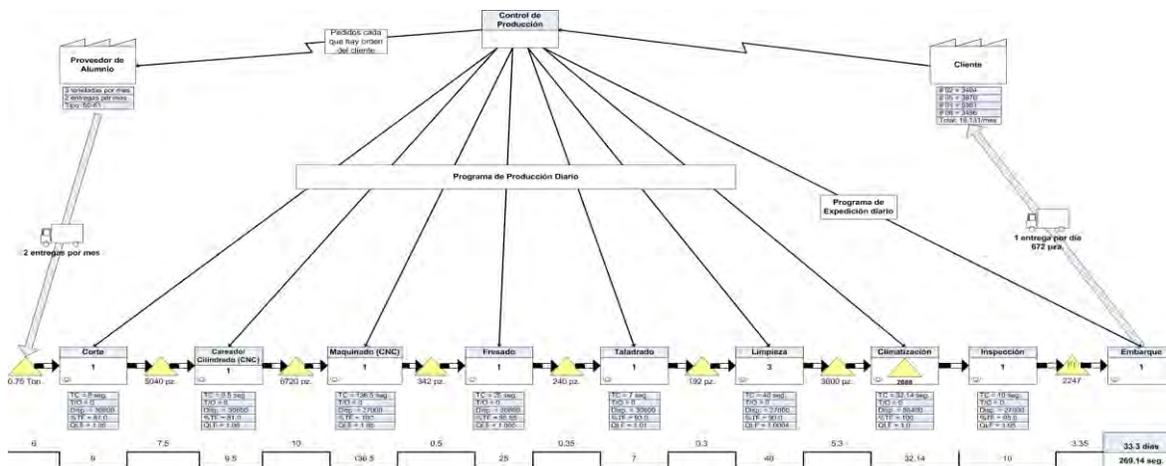


Figura 5. Value Stream Mapping estado actual

KPI's Manufactura		
Demanda	16131	pzs./mes
T.T. =	40.17	seg./pza.
PCT	17.60	seg./pza.
OEE	41.59%	Inaceptable

Figura 6. Calculo KPI's

A su vez, se graficó la carga de trabajo de los procesos productivos, como se muestra en la Figura 7, observándose un desbalanceo de la línea de producción, en el cual se tienen operaciones con baja carga de trabajo y otras con elevada carga de trabajo como es el caso del proceso de maquinado CNC, con un tiempo de ciclo superior al P.C.T. y al T.T. dándonos una idea clara del desbalanceo de la línea de producción y de la falta de cumplimiento en las entregas al cliente, aunque hay que hacer mención que la empresa mantiene capacidad tanto de disponibilidad como de carga máquina, que sólo es usado cuando hay urgencias o atrasos con el cliente, otro punto a observar en el gráfico es la distancia que existe entre la línea del T.T. y el P.C.T. indicándonos que hay desperdicios que deben de eliminarse para evitar tener que producir a un tiempo mucho mas corto del que puede dar la línea de producción.



Figura 7. Carga de trabajo actual en cada proceso

Se presentó una propuesta de mejora plasmada en un VSM estado futuro, tal como se muestra en la Figura 8, en la que se propone crear células de manufactura con el fin de mejorar la carga de trabajo así como el flujo de toda la línea de producción, también se contempla la implementación del Kanban para mantener una comunicación al instante de las necesidades de cada célula de manufactura siendo controlados por supermercados con bajos niveles de producción a fin de evitar producir mas de lo que es solicitado por el cliente, a su vez se contempla que la célula de manufactura de maquinado CNC sea el proceso marcapaso en el cual recaiga el programa de producción y detone las necesidades requeridas por el cliente, con estas propuestas se pretende logra que la línea de producción mejore sustancialmente su flujo ya que disminuiría el tiempo de fabricación al pasar de los 269.14 seg./pza. a 142 seg./pza.

lo que representa una disminución de este tiempo del orden de 45%, a su vez el plazo de entrega de producción bajarían a 9 días de los 33.3 días que actualmente se encuentra operando.

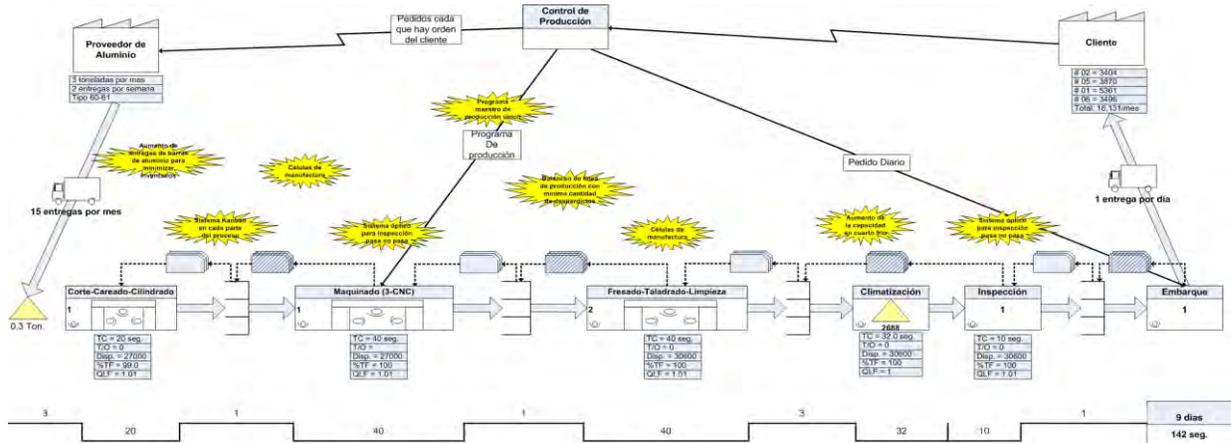


Figura 8. Value Stream Mapping estado futuro. Propuesta de mejora.

Finalmente, se realizó un reporte donde se presentaron las innovaciones y mejoras que debería adoptar la empresa, además de el desarrollo de tecnologías que permitieran tener una mayor competitividad del actual proceso de manufactura de su principal línea productiva.

*Estrategia de Innovación:*

Se generó una estrategia de gestión de innovación y tecnología, que se sintetiza en la Figura 9, la cual pretende satisfacer las principales deficiencias encontradas en la manufactura. Entra las principales estrategias para el éxito de esta propuesta destacan: 1) implementar un nuevo sistema de gestión de control de la producción mostrado en el VSM estado futuro y aseguramiento de la calidad, 2) el desarrollo de dispositivo de medición óptico que permita verificar la calidad en un menor tiempo (70% menos), de igual forma como factor de requerimiento de la industria es necesario desarrollar un sistema de trazabilidad de producto para obtener variables críticas como el control de calidad y el estado de la producción en tiempo real. El desarrollo de estas estrategias permite innovar el modelo de negocio de la PYME caso de estudio, y se pretende llevar a cabo mediante el apoyo de fondos del programa de estímulos a la innovación (PEI) de Conacyt, constituyéndose en un caso de desarrollo tecnológico en el que participa la industria, la academia y el gobierno.

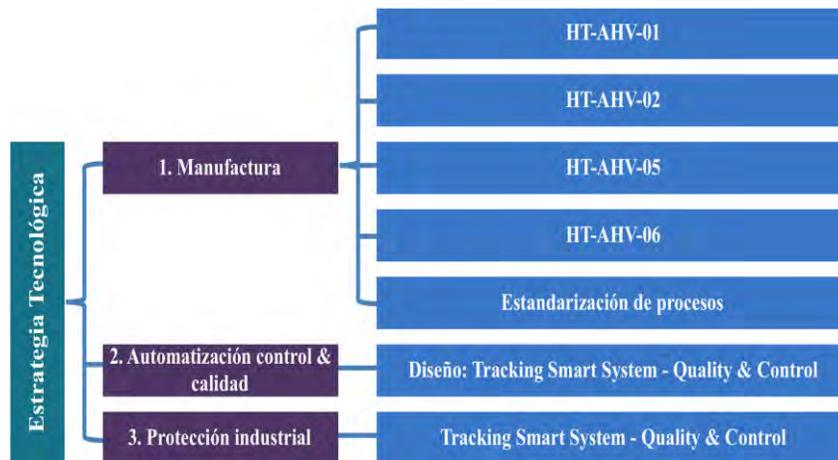


Figura 9. Diseño estratégico de propuestas de innovación en la manufactura de producto

## Comentarios finales

### *Resumen de resultados*

Los resultados obtenidos reflejan que existen carencias y bajos niveles de competitividad. Los KPI's encontrados durante el análisis son deficientes comparados con empresas de clase mundial. La disponibilidad de todos los procesos de manufactura manifiesta tiempo muerto, el rendimiento no es la excepción; si bien la calidad de los productos es buena, las mermas en disponibilidad y rendimiento afectan negativamente la capacidad productiva de la planta, la cual es uno de los componentes esenciales para la industria automotriz y para la manufactura de clase mundial.

El VSM actual muestra que también existen problemas en la logística de las áreas productivas, además cuando se realiza el gráfico de carga de trabajo se muestra una desincronización de los procesos, que inhiben un flujo continuo por lo que es una causa raíz de un elevado inventario en proceso y un lead time extremadamente alto.

Finalmente en el VSM futuro muestra una reestructuración del proceso productivo junto con los requerimientos de desarrollo tecnológico, lo que permitiría disminuir el lead time y aumentar el índice de valor agregado, además de elevar la competitividad del proceso a estándares de calidad internacional.

### *Conclusiones*

Por medio de la herramienta VSM, es posible analizar de manera gráfica cómo se encuentra una cadena de valor, y considerando la estrategia de negocio de la empresa estar en la posibilidad de establecer estrategias tecnológicas y de innovación que coadyuven a mejorar la competitividad de la PYME caso de estudio.

En la ejecución del estudio también se encontró que para el caso de la PYME, existe desconocimiento de algunas herramientas o bien se conocen medianamente, por lo que la formación, entrenamiento e implementación de herramientas de clase mundial y gestión de la innovación deberían ser consideradas como parte esencial del modelo de negocio de la empresa.

## Referencias

- Amit, R., y Zott, C. (2012). Creating Value Through Business Model Innovation . *MIT Sloan Management Review* , 53 (3), 41-49.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Simon and Schuster.
- Belokar, R. M., Kumar, V., & Kharb, S. S. (2012). An Application of Value Stream Mapping In Automotive Industry: A Case Study. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 1(2), 152-157.
- Espinosa, A., Reficco, E., Martínez, A., & Guzmán, D. (2015). A methodology for supporting strategy implementation based on the VSM: A case study in a Latin-American multi-national. *European Journal of Operational Research*, 240(1), 202-212.
- Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración*, (221), 209-246.
- Rother, M., y Shook, J. (2003). Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute.

## Notas Biográficas

El **M.A. José Juan Nava Morales** es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo de Ingeniería Industrial. Expertise en implementación de Lean Manufacturing. Certificado en Lean Manufacturing por el ITESM campus Monterrey.

El **Dr. Jacobo Tolamatl Michcol** es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo de Ingeniería Industrial. Expertise en la gestión de sistemas de calidad y mejora continua, Gren belt y Auditor ISO 9001.

El **Dr. David Gallardo García** es Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Tlaxcala. Programa Educativo de Ingeniería Industrial. Expertise en Gestión de la Innovación y cultura organizacional.

**Miguel Enrique Calvario Sánchez** es ingeniero industrial, posee experiencia en la implementación de herramientas Lean Manufacturing. Ha participado activamente en diversos proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. Es coautor del libro *Capital Intelectual e Innovación "Instrumentos de medición"*.

## Sistema de Inyección Electrónica para Motoneta

Ángel de Jesús Negrete Bones<sup>1</sup>, Dr. Gregorio Castillo Quiroz<sup>2</sup>, Ing. Iván Reyes León<sup>3</sup>, Ing. Joel Hernández Velázquez<sup>4</sup>

**Resumen**— En este proyecto se tienen como principal objetivo la optimización de combustible que consume una motoneta y poder alternar entre distintos combustibles. El sistema mecánico de alimentación o carburador se reemplaza por un sistema de inyección electrónica, el cual puede ser capaz de tener un control determinado por sensores con los que puede contar. Durante las primeras pruebas se tiene un alcance del 80% de la eficiencia de un carburador teniendo en cuenta que solo se implementó dos sensores y un inyector para uso automotriz, el cual se encuentra a prueba en el sistema. **Palabras clave**— Inyección, control, optimización, carburador, alternador.

### Introducción

Desde un principio se buscó que el medio de transporte fuera eficiente pero siempre se ha visto opacado por la eficacia. Desde los años de 1883 y 1884 KARL BENZ comenzó a diseñar y a crear su primer automóvil de un solo cilindro con un volumen de 946 cm<sup>3</sup> el cual era alimentado por un sistema precario de carburación conocido como de goteo, el cual carecía de un efecto Venturi (Georgano 1985 y Giacosa 1996), el cual tiene una forma peculiar que cuenta con dos partes anchas y una parte de menor diámetro en su interior el cual provoca la compresión del aire al pasar por la parte de menor diámetro y un vacío al expandirse en la parte más ancha que le sigue, generando así la succión de combustible de un depósito interno la cual está dosificada por un espere que tiene un diámetro determinado por volumen de la cámara de combustión, Leonard (1998).

El sistema full inyección ha sido el consecuente del sistema mecánico creado por la búsqueda de la eficiencia de los motores de combustión interna. Esto no fue hasta 1958, cuando se empezó a implementar el sistema de irrigación por inyección electrónica denominado sistema EFI introducido por Chrysler, dando paso a los nuevos tipos de sistemas EFI de lazo cerrado y cimentado así el imperio automotriz, AMIA (2011).

Las motos se vieron desplazadas por la rápida adaptación que en esos momentos, tuvo el automóvil y se consideraba un lujo o algo recreativo, fue muy raro ver motos en esos años. No fue hasta inicios del año de 1990 que el alza del combustible empezó a ser un problema común, se dificultó la adquisición de la materia prima, por lo cual se optó por las motos, creando así una nueva demanda en el área de transporte haciendo que aumentara su variedad como en motos, motonetas y cuatrimotos, las cuales dentro de esas clasificaciones existen distintas variedades, las motonetas ganó terreno por su fácil manejo y su bajo costo, fue la opción más factible para cualquier persona dentro de una ciudad, Gabebner (2006). Estas al ser de bajo costo a comparación de motos de lujo o marca, no cuentan con un sistema electrónico de dosificación de combustible sino de un sistema mecánico el cual conocemos como carburador ver figura 1, permaneciendo en una sola calibración estándar, lo cual no permite regular ni modificar su estado, teniendo así un consumo excesivo o ineficiencia del motor dependiendo el caso en el que se encuentre.



Figura 1. Carburador de motoneta Italika, Italika (2015)

<sup>1</sup>Ángel de Jesús Negrete Bones es Estudiante de Ingeniería en Mecatrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, Puebla. [wenish\\_bones\\_gt@hotmail.com](mailto:wenish_bones_gt@hotmail.com)

<sup>2</sup>Dr. Gregorio Castillo Quiroz es Docente-Investigador de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango (ITSH) [necaxacas@yahoo.com.mx](mailto:necaxacas@yahoo.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>3</sup>Ing. Iván Reyes León es Docente en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Huauchinango, Puebla. [ingivanreyes\\_tec@hotmail.es](mailto:ingivanreyes_tec@hotmail.es)

<sup>4</sup>Ing. Joel Hernández Velázquez, Profesor en el Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, Puebla, México, [vector\\_jhv@hotmail.com](mailto:vector_jhv@hotmail.com)

## Descripción del Método

### *El sistema de inyección electrónica para motoneta*

El sistema de inyección electrónica para motoneta (SIM) está basado en el funcionamiento tanto de un motor full inyección de automóvil como en el sistema carburado de una motoneta Italika de 150 cm<sup>3</sup> como parámetros iniciales. Una motoneta, en el caso de 150 cm<sup>3</sup> consume 3 micro litros en su estado base o bien en ralentí y necesita un 30% más para romper la estabilidad y aumentar la velocidad de giro creando así alrededor 4.2 micro litros en el estado inicial de aceleración y en el estado pleno de aceleración es necesario un 50% más de combustible para compensar y mantener las revoluciones, las cuales determinan la velocidad de la motoneta teniendo como observación que a mayor velocidad es necesario mayor energía, Italika (2015).

### *Caracterización del Motor*

En el motor se encuentran distintos parámetros los cuales son temperatura, revoluciones, posición del cigüeñal, posición de acelerador, flujo de aire, presión negativa del manifold, temperatura del aire y gases de escape, de los cuales se tomaron 2 para el inicio de la implementación del control electrónico del inyector, posición del cigüeñal y posición de acelerador monitoreando las revoluciones y la posición del cigüeñal con un sensor para generar una tensión por corte de campo magnético, monitoreando en el osciloscopio su frecuencia de pulso y saber cuándo inyectar el combustible, como es un motor de 4 tiempos solo es necesario una irrigación en un tiempo, dejando de lado 3 tiempos dados en la 1° vuelta del motor, reduciendo la periodicidad de la inyección hasta un 50%, lo cual al tener 10 000 RPM, sólo dosificaría 5 000 veces por minuto, siendo éstas las revoluciones máximas de una motoneta de 150 cm<sup>3</sup>, Giacosa (1996). De igual manera se mide la tensión eléctrica del sensor, dando 1.505 AC sirviéndonos como referencia para transformar el pulso irregular en un pulso cuadrado mediante transistores. La medición de la posición del acelerador es determinada mediante un potenciómetro el cual se divide en 1024 posiciones que es su 100%, utilizando sólo un 40% de sus estados.

### *Tiempo de inyección*

El tiempo de inyección, se determina mediante la especificación del fabricante del inyector el cual es 0280156318 – ISO & Ts16949 usado en PEUGEOT Nissan 206/ ver figura. 2, siendo su flujo de 134 ml/min, lo cual nos dá como resultado un tiempo de 1.345 milisegundos de apertura del inyector para estado estable y 1.7485, 2.0175 tanto para estado inicial de aceleración y pleno respectivamente QingDao Byheel (2015).



Figura 2. Inyector 0280156318 - ISO& Ts16949, (QingDao Byheel, 2015)

### *Programación*

Como módulo de procesamiento de información, se utilizó el pic 16f84A para el control de señal, el cual mediante tiempos determinados por un timer 0 (TM0) es posible obtener tiempos exactos y para las posiciones del acelerador se utilizó tablas de verdad, las cuales permiten por cada situación el cambio de tiempo establecido para el inyector mediante el cálculo del tiempo con la fórmula establecida para TM0 (1), Lucio (2008). Mostrando un fragmento del programa en tablas y TM0 Fig. 3.

$$TM0=256 - \text{Tiempo}/K \quad (1)$$



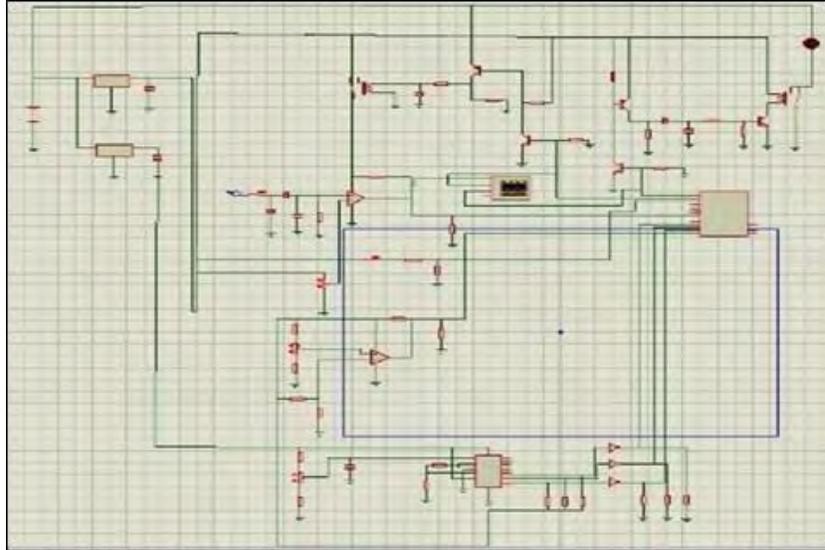


Figura 5. Circuito en simulador Proteus.

### Comentarios Finales

El circuito ya finalizado se encuentra su primera fase de prueba obteniendo las señales en el osciloscopio con respecto al sensor de pulso del cigüeñal como se observa en la figura 6, la cual permite ver la señal eléctrica de la parte física del motor y después cotejándola con el multímetro, el voltaje RMS y el pico a pico mostrando de manera simultánea los cambios del tiempo en la apertura del inyector ver figura 7, con la cual podemos determinar la exactitud del tiempo calculado con TM0. Los resultados son alentadores debido que se tiene un funcionamiento estable en la motoneta la cual resulta útil al ser probada en carretera alcanzando una velocidad de 60 km/h, es decir 10 km/h menos que la carburada con un consumo casi similar de 18% más gasto que el carburado con base a una comparación mostrada en el cuadro 1, la cual está determinada por consumo de gasolina, tiempo en ralentí, pleno, carga y un test en carretera tomando en cuenta el tiempo, la distancia, velocidad alcanzada y consumo en comparación del carburado, contemplando que sólo se le implementó dos sensores y fue en su primera prueba despreciando las condiciones del medio ambiente, las cuales no están dentro del control del sistema y que este fue probado en protoboard, figura 8, dando como resultado ruidos no contemplados. Esto se pretende solucionar soldándolo a una placa fenólica perforada resultando en un circuito más pequeño y fijo el cual no ha sido caracterizado de ninguna forma solo ha sido probado de forma física dando como conclusión el mismo resultado que su equivalente en protoboard figura 9.

Prueba realizada	Parámetros Caracterizadas				
	Tiempo en minutos (min)	Consumo en mililitros (ml)	Revoluciones (RPM)	Velocidad (Km/h)	Distancia (Km)
Ralentí carburado	78 min	250 ml	2000 RPM		
Crucero carburado	23 min	250 ml	6000 RPM		
Pleno carburado	15 min	250 ml	9000 RPM		
Carretera carburado	9 min	250 ml	3500 a 9000 RPM	40 a 70 Km/h	5.7 Km
Ralentí SIM	87 min	250 ml	2000 RPM		
Crucero SIM	19 min	250 ml	6000 RPM		
Pleno SIM	10 min	250 ml	9000 RPM		
Carretera SIM	8 min	250 ml	3500 a 9000 RPM	40 a 60 Km/h	4.5 Km

Cuadro 1. Datos de pruebas físicas

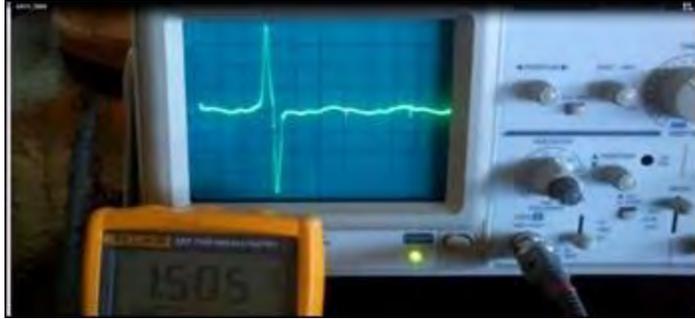


Figura 6. Pulso del sensor de cigüeñal en el osciloscopio

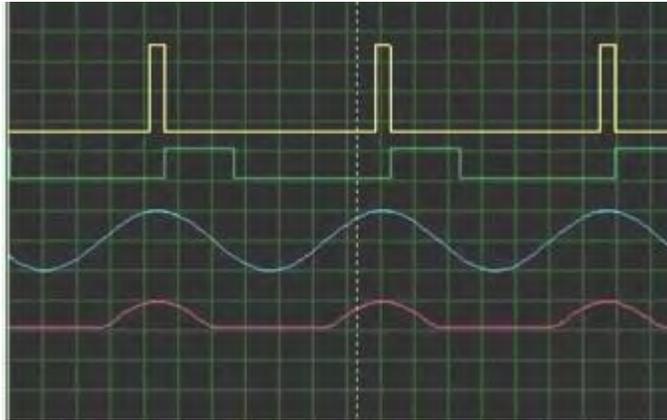


Figura 7. Pulsos determinados por el TMO y la posición de la mariposa, pulso amarillo señal corregida del sensor de pulso, magenta señal del sensor después de diodo, azul señal del sensor, verde pulso para activación del inyector.

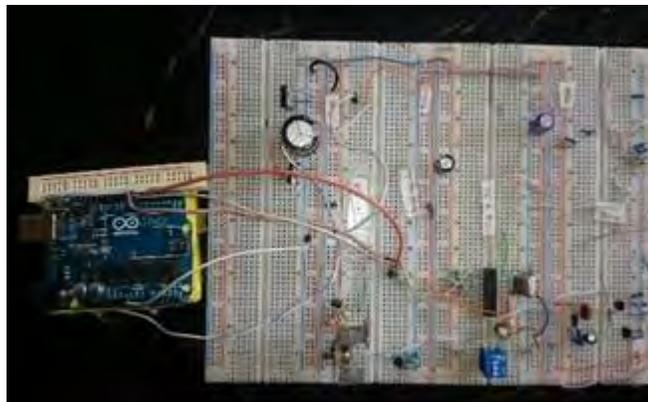


Figura 8. Circuito terminado en conjunto de Arduino mostrando en clasificación sus partes desde la etapa de alimentación, filtrado de señal, sistema de control y etapa de potencia.

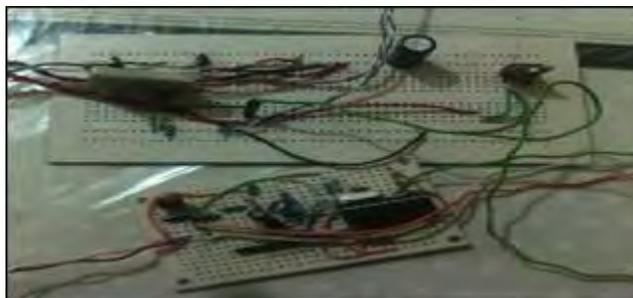


Figura 9. Circuito en placa fenólica perforada (no caracterizado).

### *Conclusiones*

El SIM aunque en este momento se encuentra por debajo del sistema carburado tiene un gran éxito, ya que en las primeras pruebas se acercó al resultado de un sistema ya calculado y patentado del mercado siendo que este solo cuenta con dos sensores muy precarios, faltándole registrar más puntos de su entorno para aumentar su eficiencia en el consumo de gasolina y así hacerlo viable para otro tipo de combustible.

### *Recomendaciones*

Durante las pruebas realizadas se ha notado que hay un consumo mayor en crucero y pleno a comparación con el sistema carburado lo que ha hecho buscar las razones por las cuales se presenta esta situación verificando el sistema eléctrico de potencia y de sensado, como los cálculos realizados para la dosificación de combustible y el sistema de control verificando el programa tanto de Arduino como del Pic 16f84A en simulación y físicamente, notando así en el ultimo que el inyector al no ser para uso en motores mono cilíndricos este permanecía mayor tiempo abierto viéndose afectada la estabilidad del motor en estos dos casos. Se planea complementar el SIM con un inyector secundario para su funcionamiento en crucero y pleno para evitar la saturación del primario al no estar hecho para esta frecuencia de pulsación ya que en el vehículo su frecuencia máxima es de 2000 pulsos por minuto y en el motor mono cilíndrico alcanza los 4800 pulsos por minuto viéndose afectada su eficiencia.

En la prueba de carretera se tuvo un consumo mayor, determinado por la distancia recorrida y la velocidad que alcanzó como máximo, esta última está determinada directamente por la frecuencia de pulsación y el consumo extra que tuvo el SIM, en esta prueba está directamente ligado al sensado de magnitudes no contempladas pero en especial en la presión negativa del manifold, el cual determina cuando se acelera y cuando se permanece desacelerando hasta llegar a la estabilidad del motor, con esto permitirá un ahorro de combustible al desacelerar ya que no es necesario irrigar carburante y así aumentar la eficiencia del combustible.

Pero no todos los resultados son negativos, ya que en ralentí se tiene una mejora en el consumo de combustible de 25 ml en comparación del sistema mecánico, presentando una estabilidad del motor notable, haciendo un arranque sube sin necesidad del ya molesto ahogador, que aumentaba el flujo de combustible para el arranque generando una inestabilidad en funcionamiento inicial del motor.

### **Referencias**

- Georgano C., "Cars: early and vintage", GRANGE-UNIVERSAL, London, 1985.
- AMIA 2011, *Asociación mexicana de la industria automotriz a.c.*, consultada por Internet el 08 de Agosto del 2015, Dirección de internet: [HTTP://WWW.AMIA.COM.MX](http://WWW.AMIA.COM.MX)
- Leonard H., "The motor in Britain", Mixed Blessing, C. D. Buchanan 1998.
- QingDao Byheel, "Made-in China.com", consultada por Internet el 20 de marzo del 2015. Dirección de internet: [http://es.made-in-china.com/co\\_qdbyheel/product\\_Electric-Fuel-Injector-0280156318-ISO-Ts16949\\_hughnmsn.html](http://es.made-in-china.com/co_qdbyheel/product_Electric-Fuel-Injector-0280156318-ISO-Ts16949_hughnmsn.html)
- Lucio J. D., Tim W., Dogan I., Joh M., Martin P., Jack S., David W. S., Chuck W., "PIC Microcontroladores: saberlo todo", BRITISH LIBRARY, 2008.
- Gabebner J. "Restauración de motos antiguas: motor, chasis, electricidad, accesorios", Ediciones CEAC, 2006.
- ITALIKA, consultada por Internet el 15 de marzo del 2015. Dirección de internet: <http://www.italika.com.mx/MOTOS>
- Giacosa D. "Motores de combustión interna", Ed. HOEPLI, 1996.
- Óscar T. A. "Arduino : Curso práctico de formación", RC LIBROS, España, 2013.

# Desarrollo de una aplicación enfocado en el modelo vista controlador para cotización de servicios en una empresa de madera industrial

Ing. Luis Alfonso Ocampo Ake<sup>1</sup>, Ing. María de los Ángeles Hernández Palafox<sup>2</sup>,  
M en C. José Juan Hernández Mora<sup>3</sup> y M en C. María Guadalupe Medina Barrera<sup>4</sup>

**Resumen**— Dentro del marco de desarrollo tecnológico, se encuentra la necesidad de desarrollar un sistema cotizador a la medida para una empresa de maderas industriales, para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación se utiliza el modelo vista controlador (MVC) que permite separar el proyecto en tres diferentes módulos cada uno especializado en su área explícita, el controlador es el encargado de interpretar las solicitudes del usuario, la vista proyecta la salida gráfica o textual al usuario y por último el modelo encargado del comportamiento y los datos del dominio de aplicación, así mismo se complementa con una metodología de desarrollo ágil “SCRUM” el cual trabaja colaborativamente en equipo para obtener el mejor resultado de un proyecto.

**Palabras clave**— MVC, SCRUM, UML, MODELADO, SERVLET.

## Introducción

Dentro de la empresa en la industria de la madera se realiza el proceso de la venta de vigas para llevar a cabo proyectos de diferentes magnitudes, al mismo tiempo se realizan proyectos de construcción para diferentes empresas en diferentes estados del país y en otros países. La empresa tiene un problema de la cual se necesita una solución, por lo que se propone la creación de un sistema donde ayude a realizar las cotizaciones para los clientes de una manera más rápida, eficiente y a la medida. Con el fin de facilitar al usuario la manipulación del sistema se contempla el uso del modelo vista controlador para la realización del mismo y con ayuda de una metodología ágil.

En el marco de la empresa se realizan el proceso de la venta de vigas para llevar a cabo proyectos de diferentes magnitudes, al igual se realizan construcciones para diferentes empresas en diferentes estados del país y en otros países como Alemania, Italia entre otros.

En la actualidad se maneja un sistema realizado en Excel en donde se apoyan para llevar a cabo la dicha acción, pero se contempla la mejorar del proceso con el desarrollo de un nuevo sistema de software, ya que los encargados de convencer al cliente desean un software que se pueda utilizar desde cualquier parte en donde se encuentren estando dentro y fuera de la empresa.

El sistema a crear se pretende establecer en un servidor web para tener acceso en diferentes puntos de los países en donde se encuentre el operador de dicho sistema mediante el uso de internet.

Se contemplan diferentes tipos de Usuarios y sus respectivas Contraseñas para el control al sistema de ventas, dentro de estos usuarios existe el operador se encargara de llevar a cabo las cotizaciones para algún cliente interesado, este sin permisos para hacer modificaciones de acuerdo a los precios de las ventas, el administrador del sistema además de poder llevar a cabo cotizaciones podrá tener acceso a la edición de un precio y la eliminación de un producto o servicios, así como también ambos usuarios podrá generar los reportes necesarios o de acuerdo a las necesidades de cada personal.

---

<sup>1</sup> Ing. Luis Alfonso Ocampo Ake Egresado del Instituto Tecnológico superior de Felipe Carrillo Puerto, estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Apizaco. [ocampo.luis.alfonso@gmail.com](mailto:ocampo.luis.alfonso@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Ing. María de los Ángeles Hernández Palafox Egresado del Instituto Tecnológico de Apizaco, estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales del mismo. [mariaangeleshp@gmail.com](mailto:mariaangeleshp@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>3</sup> M en C. José Juan Hernández Mora profesos de Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco [jjhora@itapizaco.edu.mx](mailto:jjhora@itapizaco.edu.mx) .

<sup>4</sup> M en C. Ma. Guadalupe Medina Barrea profesor de Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco. [lupita\\_medina@hotmail.com](mailto:lupita_medina@hotmail.com) .

## Descripción del Método

### *Programación de un sistema web*

Para el desarrollo del software se realizó un estudio profundo en el giro de la empresa para obtener los requerimientos y datos necesarios para el llevar a cabo el desarrollo del sistema.

Para llevar a cabo esta aplicación se debe contar con una seguridad de la información, organizada y mostrada, con el modelo de la aplicación que será capaz de mostrar información confiable apoyada de una base de datos propia, donde contendrá información donde almacene dichos datos.

Hay que considerar dentro del desarrollo de software las diferentes formas de describir la información y para ello existen tres diferentes visiones.

Visión conceptual: Es la que representa el problema real, define la estructura de toda la base.

Visión externa: es la vista final que tiene el usuario

Visión física: es la representación del almacenamiento de los datos, la estructura física de los datos.

En el proceso de diseño existen tres actividades esenciales durante el proceso de análisis:

1. Análisis del usuario: Se desarrolla una comprensión de las tareas que realiza, el entorno del trabajo, los sistemas que utiliza etc.
2. Prototipo del sistema: El diseño y desarrollo es un proceso iterativo, aunque los usuarios pueden hablar de los que necesitan en el sistema.
3. Evaluación de la interfaz: Evaluación más formalizada sobre las experiencias reales. [1]

Para utilizar el MVC<sup>5</sup> efectivamente se debe entender la división del trabajo dentro de la triada. También se debe comprender cómo las tres partes se comunican entre sí y con otros puntos de vista activos y controladores; el intercambio de una pantalla, mouse, teclado y la visualización entre varias aplicaciones exige la comunicación y la cooperación para hacer el mejor uso del modelo. [2]

### *Desarrollo de una GUI<sup>6</sup>*

El desarrollo de la interfaz se implementará utilizando un *servlet* de java. Un *servlet* es una aplicación que se ejecuta en el servidor aumentando su funcionalidad, facilitando al programador el desarrollo de aplicaciones al sistema, dejando de lado del servidor la ejecución de la aplicación. [3]

El usuario accedera desde un URL al dominio contenedor del *Servlet* al que ingresara con un nombre de usuario y contraseña asignados previamente, dentro de la integración se pueden realizar tareas de alta de materiales y servicios, operaciones básicas para el cálculo de la cotización, así mismo como bajas y modificaciones de los servicios.

El menú principal será desarrollado utilizando un *Framework* de java nombrado *Primefaces* para presentar de una manera amigable las funcionalidades. Primefaces es una librería de componentes para JavaServer Faces (JSF) de código abierto que cuenta con un conjunto de componentes enriquecidos que facilitan la creación de las aplicaciones web. [4]

Las ventajas de la utilizar primefaces son:

- Soporte nativo a Ajax
- Es compatible con otras librerías de componentes como JbossRichFaces
- Uso de JavaScript no intrusivo
- Es un proyecto open source, activo y estable

En el modelado del sistema se contempla la herramienta MySQL ya que algunas de sus 2aracterísticas son:

- Es muy destacable su velocidad de respuesta.
- Soporta múltiples métodos de almacenamiento de las tablas, con prestaciones y rendimiento diferentes para poder optimizar el sistema gestor de base de datos a cada caso concreto.
- Es altamente confiable en cuanto a estabilidad.
- Su administración se basa en usuarios y privilegios.
- Optimizado para equipos de múltiples procesadores. [5]

<sup>5</sup> MVC: Modelo, Vista, Controlador

<sup>6</sup> GUI: *Graphical user interface*, es un programa informático que actúa de interfaz de usuario.

En la figura 1 se presenta la integración de los componentes de cada etapa del modelo.



Fig1. Estructura General del Modelo Vista Controlador

En la Tabla 1 observamos la descripción de cada uno de los actores principales que manipularan el sistema, como se nota se cuenta con un administrador, una jefe de área y el operador que cada uno de ellos tienen diferentes privilegios dentro del uso del sistema.

Código	Autor	Descripción
<b>Admon.</b>	Administrador	Usuario administrador del sistema el cual posee todos los permisos otorgados por el sistema a fin de realizar el mantenimiento al sistema.
<b>JefeArea</b>	Jefe del área	Usuario administrador de un apartado específico el cual tiene la capacidad de dar descuentos, y modificaciones de algunos campos con restricción.
<b>Operador</b>	Operador	Funcionario del sistema responsable de realizar las cotizaciones y visualización de reportes.

Tabla 1.- Autores de caso de uso

*Especificaciones para la generación de la base de datos.*

Dentro del proyecto la seguridad es muy importante, por lo que se optó por la utilización de métodos de encriptación, que aseguran los datos guardados.

La seguridad UML permite formalizar las decisiones de control de acceso que depende de dos tipos de información

1. Información estática: es decir la asignación de roles y permisos a los usuarios y jerarquías de funciones

2. Información dinámica: la satisfacción de restricciones de autorización del estado actual del sistema. En esta metodología se utiliza seguridad UML para especificar políticas de seguridad más componentes modelos UML. [5]

### Modelado de requerimientos

El proceso de ingeniería de software seguro implementa UML a fin de abordar las necesidades de un proyecto de software. El UML permite una modelación de los escenarios de una aplicación. Algunos de los diagramas más utilizados dentro del análisis son: Diagramas de casos de uso, de clases, actividades, secuencia etc. [6]

El modelo impulsado a la seguridad se ha convertido en un área de investigación durante la última década. Propone un nuevo conjunto de anotación que extiende el UML (Unified Modeling Language) La nueva notación comprende el conjunto de semántica necesaria de un estado basado en el lenguaje de modelado de seguridad y fue en gran parte gracias a su uso intuitivo y comprender proporcionado muy poca formación. Una ventaja de utilizar la notación es que puede ser especificado en meta modelo subyacente del estado - gráficos, por ende, permitiendo más en profundidad del análisis formal de los modelos. [5]

### Resultados

Después de haber lleva el análisis de requerimientos y funcionalidades del sistema en base al modelo vista controlador, llegamos a los siguientes resultados.

La figura 2 nos muestra un diagrama general de casos de uso del sistema donde notamos los privilegios que permiten el acceso correspondiente al uso de operaciones que tiene el sistema.

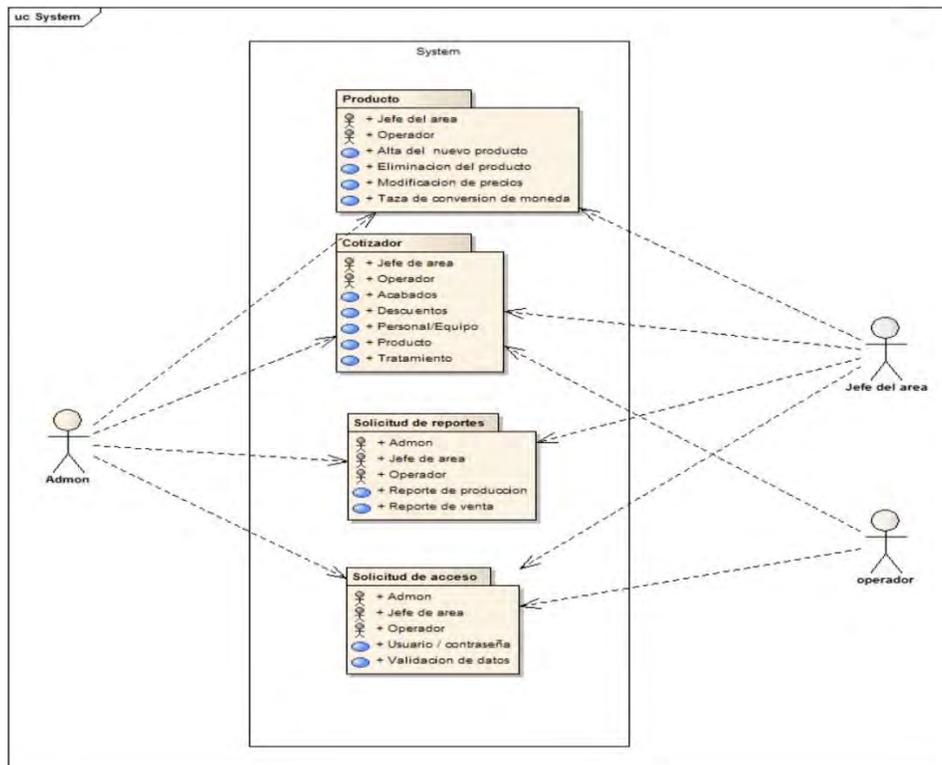


Fig2 Diagrama general de casos de uso

En la figura 3 se muestran algunas de las clases principales que utiliza el sistema de cotización, en este caso el material, los servicios y los usuarios tienen un rol muy importante para la generación de la cotización.

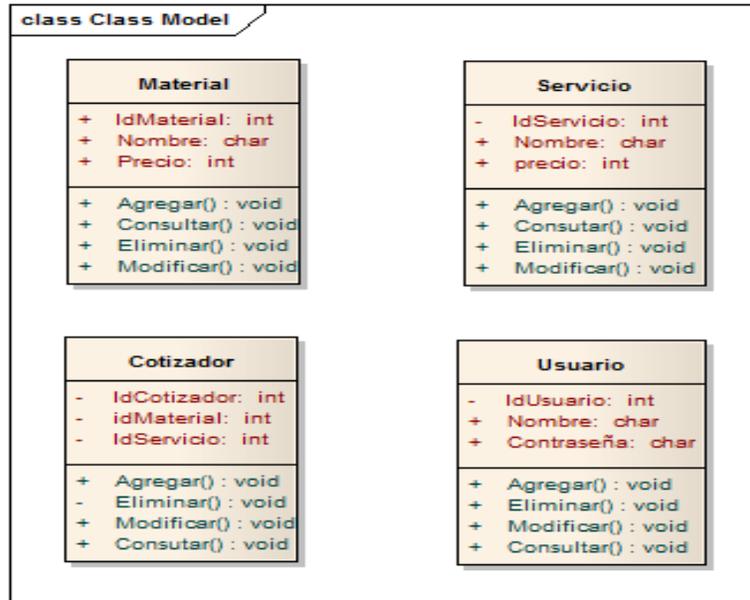


Fig. 3.- Diagrama de clases

Solo se presentaron algunos diagramas importantes del sistema ya que por reserva industrial no se pueden presentar todos los diagramas del sistema.

### Conclusiones y trabajos futuros

Para concluir podemos hacer mención de que en el uso de la metodología, el modelado y la utilización del modelo vista controlador, proporcionan las herramientas adecuadas en la obtención de información para el desarrollo del sistema, donde se contemplan aspectos y necesidades que el usuario final necesita.

Al igual concluimos que con la información obtenida se pueden generar un sistema web para realizar las operaciones necesarias para generar una cotización.

### Referencias

- [1] I. SOMMERVILLE, Ingeniería del software, Madrid España: Pearson Educación S.A., 2005.
- [2] P. Steve Burbec, «Applications Programming in Smalltalk-80: How to use Model-View-Controller (MVC),» by S. Burbeck, 1992.
- [3] J. H. w. W. Crawford, Java Servlet Programming, 2000.
- [4] M. A. G.-R. Fernando Pech-May, «Desarrollo de Aplicaciones web con JPA, EJB, JSF y primefaces,» 2004.
- [5] M. G. G. Ó. P. M. Luis Alberto Casillas Santillán, Base de Datos en MySQL, UOC, 2003.
- [6] M. E. attar, «Extending the UML Statecharts Notation to Model Security Aspects,» *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, p. 661, JULY 2015.
- [7] G. R. J. y. J. I. Booch, «Unified Modeling Language User Guide,» Addison-Wesley Object Technology Series, 2005.

## Los exámenes digitalizados a los docentes de educación básica de nivel secundaria: los límites de su legitimación

Dr. Miguel Angel Olivo Pérez,<sup>1</sup> Dra. Rosa Isela García Herrera,<sup>2</sup> Dr. Rogelio Méndoza Molina<sup>3</sup>

**Resumen**— Con base en el análisis de algunos de los principales significantes involucrados en la aplicación de exámenes de permanencia de los maestros de educación básica en México a través de computadoras personales, el presente trabajo sostiene que es posible identificar arreglos de significantes, donde se pone en juego la relación de los docentes con la autoridad, concebida ésta como el “gran Otro”. Interesa en particular, destacar el papel de control que desempeña en dicha aplicación la instigación a descubrir una supuesta coherencia lógica detrás de los indicios puestos en el examen.

**Palabras clave**—Maestros, Educación Básica, Exámenes, formas lógicas, ideología.

### Introducción

El imaginario sobre las máquinas, la coherencia lógica y en última instancia del orden, representa hoy en día el contenedor de peces en la que todos estamos dentro y no podemos ver porque casi nunca salimos de ella para darnos cuenta. En los tiempos en que las matemáticas se comenzaron a instalar como uno de los principales pilares del pensamiento occidental, en el dintel de la puerta de entrada a la academia de Platón se colocaba un letrero que decía “Prohibida la entrada a quién no sea geometra”. Hoy, a más de dos mil años de distancia de ése entonces, las matemáticas han padecido de una distorsión en cuanto a su papel fundador del pensamiento occidental. Primero fue Galileo Galilei en el siglo XVII quien afirmó que el orden geométrico regía no sólo los astros, sino a la naturaleza entera. Después Augusto Comte iniciaría la idea de que el orden también regía para la sociedad. Estos prejuicios persisten de manera fuertemente arraigada en la rejilla epistemológica de nuestro tiempo. De aquí que no sea gratuita la intensa polémica y la inquietud que en los movimientos sociales de masas provocan los denominados “anarquistas”. En efecto, la opinión dominante es que, sean de cualquier color que sean los anarquistas, alterar el orden se ha consagrado como una de las más graves formas de acción políticamente incorrectas, llegando incluso, al grado de constituirse no pocas veces como delito. Este hecho resulta sorprendente considerando los ochenta años de distancia del fin de la segunda guerra mundial, tiempos en los cuales todo era colocado en términos de blanco/negro, todo/nada, orden/desorden. O sea de dicotomías rígidas con polos peleados a muerte, donde se deja poco espacio a la tolerancia.

En el caso de la aplicación de exámenes a los maestros de educación básica, la premisa del orden trascendente juega un papel destacado no sólo en cuanto a los canales institucionales formalmente establecidos que deben de seguir en su comportamiento, sino de manera más profunda, el orden es el objetivo al que apunta la flecha de la brújula políticamente más poderosa hoy en día; es el dispositivo ideológico por excelencia, constituyendo al mismo tiempo como el *sine qua non* a partir del cual supuestamente el presente puede ser pensable. Originalmente para Platón las matemáticas o la república no fungían de ninguna manera el papel del ideal a cumplir, tampoco representaban la entidad trascendente a descubrir, ni la base de todas las ciencias. Las matemáticas más bien eran la muestra fehaciente de la posibilidad de la materialidad del pensamiento. Algo que está muy lejos del prejuicio actual de que las matemáticas (y con ello la técnica y la tecnología que acompañan a las ciencias duras), son la base y premisa para todo avance de nuestra civilización.

### La necesidad de una ontología de los límites del orden

A pesar de que el positivismo está académicamente muerto desde hace más de medio siglo, sigue muy vivo en el sentido común de la sociedad actual. En efecto, la idea de que el orden no sólo se instituye políticamente, sino que también se descubre y debe descubrirse en cualquier campo de la vida humana, subyace en lo que se cree que debe de ser la fuente central de la legitimidad de toda autoridad hoy en día. Sin orden, reza el sentido común, son imposibles los acuerdos y las certidumbres; en suma, la ideología predominante reza que sin orden es imposible cualquier civilidad. De hecho civilidad se ha convertido en sinónimo de orden. Para quienes nunca han salido de la

<sup>1</sup> Profesor Investigador de la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 096 D.F. Norte, México [miguelangelolivo@hotmail.com](mailto:miguelangelolivo@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Profesora Investigadora de la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 291, Tlaxcala, [rosaisela99@hotmail.com](mailto:rosaisela99@hotmail.com)

<sup>3</sup> Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco [romemo888@live.com.mx](mailto:romemo888@live.com.mx)

pesera de nuestros tiempo, decir que civilidad es orden significa expresar una mera tautología. Sin embargo, históricamente ambas palabras han tenido una relación contingente que no viene al caso repasar ahora. Para los objetivos aquí propuestos basta con señalar que originalmente para Platón, la filosofía que nace del *impasse* de las matemáticas representado en los números irracionales (entre otras formas de ruptura del orden armónico de los números o de la geometría), se convirtió en la alternativa a la descomposición social, paradoja ésta no fácilmente comprensible a primera vista, pero posible despejar en sus amplias consecuencias, especialmente para posibilitar el acceso a una nueva comprensión de cómo opera lo político (que no la política) en el contexto actual de extendida apatía política.

¿Cómo puede ser que las matemáticas del no-orden se planteen como un faro guía para una visión de lo social? ¿No se encuentra esta propuesta más próxima a los planteamientos de Bauman (2003) de la “sociedad líquida”? ¿No equivale a abrir la puerta al tan temido desorden? O más aún ¿Acaso nos encontramos aquí con el peligro de una nueva “canallada filosófica” tal y como conoce Badiou a los profetas que exigen seguidores? ¿Es válido plantear el problema en términos de orden versus desorden? En su libro *Raíces del existir* Simone Weil (1954, p. 25) concibe al orden como la primera necesidad y el destino eterno del alma humana. Esta idea nos encamina con facilidad a la noción de vacío positivo: si el orden es “un tejido de relaciones sociales tal que nadie se vea forzado a violar obligaciones rigurosas”, o como diría Badiou: *a violar fidelidades hacia verdades*, para ejecutar otras obligaciones”,<sup>4</sup> entonces el orden sería la ausencia de tensiones entre obligaciones rigurosas, algo semejante a la inexistencia de aporías; es decir, a la eliminación de coacciones exteriores. Afirmar esto equivaldría a admitir la posibilidad de la omnipresencia de un vacío positivo. En esta propuesta se encuentra presente la idea de un Dios bondadoso, la otra cara de la moneda del Dios que instiga y aterroriza. En suma, el orden sería la negación de las tensiones y del Dios terrorista, donde este último se destierra por decreto al ámbito del inconsciente. Comoquiera que sea, la noción de vacío positivo, desarrollada al interior de un pensamiento onto teológico, no resuelve el problema del orden versus el desorden en lo social, sino solamente lo oculta o niega.

En lugar de disfrazar la religión con apariencias seculares, resulta más viable rescatar la idea platónica de ignorancia positiva plasmada en la frase socrática “sólo sé que no sé nada”. La aceptación de los límites no sólo del orden sino además del poder humano de acción sobre las cosas, permite realizar un giro, o más bien ejercer una torsión radical sobre la aporía ontológica entre el orden y el desorden; la aceptación de que la realidad no oculta orden alguno, o de que no debe forzarse a ser ordenada, no equivale a defender el desorden o a luchar contra el orden.

En la actitud platónica ante las incertidumbres de la realidad (Sócrates siempre “mueve el tapete” a sus interlocutores), se encuentra algo muy diferente a una instigación a la revuelta: apela a la ética de un respeto secular al vacío positivo localizado en los límites del orden. Esto es, la realidad no está intrínsecamente ordenada, sino agujerada por la incomprendibilidad, o en otras palabras, *atravesada constantemente por la posibilidad de sustracciones a la comprensión o la cognoscibilidad*. Esta premisa, lejos de dar entrada libre al nihilismo o al irracionalismo, puede instaurar un nuevo clasicismo desde el momento en que rescata la concepción platónica de las matemáticas, consistentes éstas en hacernos más conscientes de la materialidad de nuestros pensamientos y acciones, tanto ante las estructuras ordenadas como ante los inevitables espacios de desorden (político, social, cultural, económico, etc.). Desde este punto de vista, se abre la oportunidad de analizar críticamente el orden como un pretexto al cual recurren las instancias del poder para legitimar sus acciones.

### **Crítica al orden trascendente a los exámenes al magisterio**

Una vez admitido que detrás de la realidad no existe un orden a priori, es más fácil reconocer la ausencia de un orden detrás de los exámenes (ni aún detrás de las computadoras): ellos no son manifestaciones o presentan indicios que de seguirlos u organizarlos, supuestamente nos llevarían a descubrir un orden, sino que se encuentran atravesados por la posibilidad de lo incomprendible, en donde una ética platónica exhorta al respeto secular al vacío positivo localizado en algunos de sus momentos.

El problema por ende, es reconocer los momentos en que vale la pena respetar lo que nace y puede desarrollarse ante cosas intrínsecamente incomprendibles e incognoscibles. Tal máxima debería de arrojar grandes lecciones para diferenciar las actitudes deseables de las no deseables ante los exámenes. En especial, resulta pertinente reconocer a las verdades localizadas en los modos en que se aplican los exámenes, los cuales vale la pena poner en relación con las verdades contenidas en ellos mismos, o con las verdades que supuestamente ocultan y las autoridades ordenan a los maestros a que sean descubiertas.

---

<sup>4</sup> Weil, 1954, p. 26. Las cursivas son mías.

La exigencia de ejercer una crítica como la anteriormente señalada, implica contextualizar las preguntas del examen como una pretendida pero falsa descontextualización de sus diseñadores, consistente en homogeneizar a *tabla rasa* la mente de todos los individuos, al concebirla como procesadora de habilidades cognitivas universales, donde en los mencionados exámenes, se pone en acción el juego del gato y el ratón, de descifrar el orden lógico detrás de una confusión (intencionalmente presentada), que desde el primer momento de lectura y revisión del instrumento, presentan los indicios en formas de preguntas con sus respectivos apartados desplegados.

Por ejemplo, cuando una pregunta despliega en diferentes enunciados sus exigencias, y en tal despliegue se incluye repentinamente otra pregunta que nada tiene que ver con la primera pregunta, pues ésta segunda pregunta se encuentra en otro nivel lógico, y en el momento de solicitar al maestro que seleccione entre varias opciones la respuesta, la famosa “confusión múltiple” se presenta intencionalmente para que el concursante realice su respectiva reducción obtenida mediante el razonamiento lógico pretendidamente “adecuado”. Podría arguirse (y de ninguna manera argumentarse), que este tipo de preguntas intercaladas confusamente, responde a una exigencia de que el maestro sepa por ejemplo, jerarquizar adecuadamente, o de que posea el conocimiento adecuado suficiente para reconocer la tipicidad de una pregunta conformada de acuerdo a discursos circulantes en documentos oficiales. El problema de procesos como estos, es que las características del esfuerzo exigido en tales exámenes, se aproximan peligrosamente a lo que en la clínica lacaniana se conoce como psicosis paranoica: los problemas planteados se ubican más en el campo de lo imaginario que en el de lo real o en el de lo simbólico (Dör, 1985 p. 17). Tal fenómeno se hace evidente cuando lo más exigido es reconocer formas lógicas, tipicidades de discursos, tipos de reducciones, etc., y en mucho menor grado realidades situacionales o símbolos legítimamente circulantes en la realidad cotidiana de los docentes.

En la puesta en operación de la carrera paranoica por descifrar lo que se encuentra detrás de indicios reducidos a desplegar habilidades cognitivas formales o a reconocer formas lógicas, no existe gran diferencia con lo que sucedió con el famoso señor Schreber, un psicótico convencido de poder acceder, a través de la lengua fundamental, al imaginario para el cual Diós lo había elegido para restaurar la enfermedad de las almas en el mundo (Roudinesco, 2011, p. 994). El psicótico se halla colonizado por el “Otro absoluto”, de quien “no podemos saber nunca si no nos engaña” (Lacan, 2013, p. 362), y en ciertos momentos adquiere la figura de un Dios terrorífico. Traduciendo lo anterior a la experiencia de resolver los exámenes, lo anterior significa que contestarlos implica enfrentarse a una heterogeneidad radical de un Otro absoluto, aparecida ésta bajo la forma de una confusión múltiple entre respuestas.

Para el psicótico la existencia del Otro absoluto es una certeza, al igual que la omnipresencia de las formas lógicas a las cuales se le instiga a acceder. Como recurso de alivio al terror experimentado, los psicóticos prefieren pensarse protegidos por un orden trascendente que a momentos se les niega, sea que se ubique en lo presimbólico, o bien en el cielo (donde se encuentra Dios padre) o en la madre tierra.

El hecho de que los exámenes se realicen ante pantalla en computadoras, se vuelve una metáfora de la experiencia mucho más real de someterse al esfuerzo de descifrar formas lógicas; así como la computadora posee un microprocesador que realiza las operaciones (de aquí la denominación de “ordenador”), se exige a los maestros fungir como mentes capaces de reproducir las operaciones de un microchip, a través de los desciframientos “adecuados”. Es decir, el control sobre las formas lógicas se invierte: en el primer caso la computadora realiza las operaciones que el usuario le solicita, mientras que en el segundo el maestro reproduce para el Otro absoluto las operaciones que permiten acceder al orden trascendente.

Ante el peligro del vacío nihilista derivado de las decepciones de las promesas de armonía, no sólo de las religiosas sino también de las morales (p.e. las que propone Simone Weil), deberían tomarse más en serio las nuevas propuestas ontológicas, como el rescate de la actitud platónica ante las incertidumbres o las reflexiones sobre la nada (p.e. Barrow, 2000; Žizek, 2015; Nassim, 2013; Badiou, 2007, Lacan, 2008).

### Conclusiones

Hubo un tiempo no muy lejano, en que se adoptó como ideología predominante la creencia de que el orden social definitivo esperaba a la humanidad a la vuelta de la esquina. Llaméase nazismo, fascismo, socialismo real, nacionalismo con “x” adjetivo, democracia formal basada en reglas, etc., sigue presente la enfermedad del ansia del orden definitivo al cual supuestamente debemos aspirar.

Tras la decepción de los totalitarismos del siglo pasado, vivimos hoy el *aftermath* de algunas instancias como la de los diseñadores de los exámenes magisteriales, que insisten en que el sueño del orden definitivo trascendente sigue siendo posible, aún cuando sea bajo formas de relación diferentes a las del pasado. Sin embargo, no se puede negar el cambio cualitativo en los últimos cincuenta años con respecto a las actitudes ante el orden armónico, mismo que ahora pretende agazaparse bajo el manto de la democracia con reglas.

En consecuencia, dados los cambios en las formas de autoritarismo impuestas, el gran Otro tiende a transformarse cada vez más en un “otro” con minúscula; es decir, el afán de orden se vive como un *objeto a* lacaniano (Le Gaufey,

2013). O para ponerlo en términos de la experiencia que describe Zizek (2012), el *objeto a* de los exámenes como acceso a una armonía trascendente, se vive de manera parecida a una Coca Cola que ansiamos en el desierto, pero que al tomarla y está caliente, se vuelve algo despreciable.

### Referencias

- Badiou, A., (2007), *El ser y el acontecimiento*, Buenos Aires: Manantial.
- Barrow, J. (2000), *El libro de la nada*, Barcelona: Crítica.
- Bauman, Z. (2003), *Modernidad líquida*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Dör, J. (1985), *Introducción a la lectura de Lacan II. La estructura del sujeto*, Barcelona: Gedisa.
- Lacan, J. (2008), *El seminario 4. La relación de objeto*, Barcelona: Paidós.
- Lacan, J. (2013), *El seminario 3. La psicosis*, Barcelona: Paidós.
- Le Gaufey, G. (2013), *El objeto a de Lacan*, Buenos Aires: El cuenco de plata.
- Nassim, N. (2013), *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*. México: Booket.
- Roudinesco, E. & Plon, M. (2011), *Diccionario de psicoanálisis*, Barcelona: Paidós.
- Weil, S. (1954), *Raíces del existir*, Buenos Aires: Sudamericana.
- Zizek, S. (2012), *Guía perversa de la ideología*, Documental producido por Fiennes, S. Blinder, Formato mpeg4, Films & British Film Institute Film Fund, Gran Bretaña e Irlanda.
- Zizek, S. (2015), *Menos que nada. Hegel y la sombra del materialismo dialéctico*, Madrid: Akal.

## Aplicaciones del Calentamiento por Inducción en Baja Potencia: Uso Doméstico, Agrícola y para Laboratorio

Dr. Rafael Ordoñez Flores<sup>1</sup>, Dr. Roberto Morales Caporal<sup>2</sup>, Angel A. Hernández Salinas<sup>3</sup>

**Resumen**— El calentamiento de metales mediante la inducción electromagnética es un método de calentamiento que se ha utilizado básicamente en la industria desde ya hace varios años, se ha usado para los diferentes tipos de tratamientos térmicos, inclusive para la fundición. Sin embargo, su uso comercial en baja potencia se ha visto muy limitada, prácticamente en parrillas de inducción para aplicaciones domésticas.

En este artículo se presenta el diseño y la elaboración de varios calentadores de inducción en baja potencia para uso doméstico, uno para aplicaciones en la industria agrícola y otro para uso en laboratorio de química. En este trabajo se incluyen algunas implicaciones técnicas del diseño y la fabricación de los calefactores, así como las limitantes encontradas. Estos trabajos tienen como justificante el hecho de que energéticamente son más eficientes, no contaminan (no generan gases de invernadero) y, por lo tanto, contribuyen al ahorro del energético.

**Palabras clave**—Calentador, inducción electromagnética, ahorro energético.

### Introducción

Hoy en día, los científicos y tecnólogos se han preocupado más por el uso adecuado (entiéndase racional y eficiente) de los recursos renovables y no renovables, lo que ha llevado a generar múltiples innovaciones que dan respuesta y solución a problemas tanto sociales, económicos, como ambientales, donde el uso irracional y desmedido de los recursos, principalmente, energéticos y el agua se han visto dramáticamente afectados y como consecuencia se tiene el problema del calentamiento global, la contaminación del aire, suelo y agua y el grave desabasto de agua dulce.

Se preguntará, ¿por qué el calentamiento por inducción puede representar una solución para no contaminar y ahorrar energéticos? El calentamiento de metales mediante la inducción electromagnética es un método de calentamiento que se ha utilizado principalmente en la industria para dar diferentes tipos de tratamientos térmicos (recocido, cementado, templado, etc.) inclusive para soldadura y fundición, debido a que la transmisión de calor al elemento que se quiere calentar es más eficiente que cualquier otro método, ya que no se da por conducción, ni por radiación ni por convección, sino de una manera directa mediante el campo electromagnético que genera una bobina que hace inducir corrientes parásitas (llamadas de Foucault o de Eddy) en la pieza metálica y que al recorrer la resistencia (resistividad intrínseca) del metal produce el calentamiento por efecto Joule cuya potencia disipada sigue la relación  $P = i^2 R$  [1]. En la figura 1 se puede ver que el calentamiento por fuego y resistencia implica una transmisión de calor por radiación, en cambio por inducción no, el calentamiento es directo en la pieza metálica.

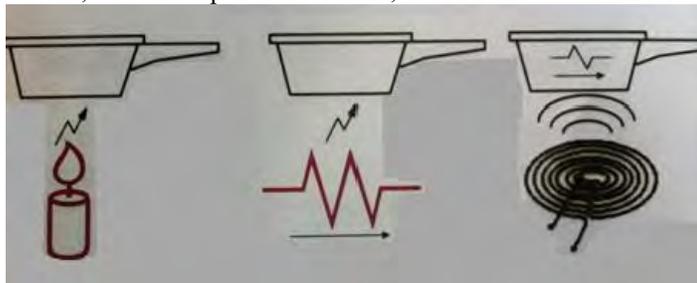


Figura 1. El calentamiento es directo e instantáneo.

Por lo tanto, este método genera un calentamiento directo, casi instantáneo y focalizado, además no quema de manera directa ningún tipo de hidrocarburos, por ello en procesos donde se necesita mucha energía para el calentamiento es altamente eficiente. No obstante, a medida que se disminuye la potencia para otras aplicaciones el costo de los equipos electrónicos es alta y la eficiencia energética disminuye. Es por ello que esta problemática se ha tratado de soslayar en el diseño y fabricación de los prototipos que se presenta en este artículo.

En este trabajo se presenta el diseño y la elaboración de varios calentadores de inducción en baja potencia para uso

<sup>1</sup> Dr. Rafael Ordoñez, Profesor-investigador del Depto. de Ing. Eléctrica Electrónica y de las Maestrías en Ing. Mecatrónica y Sistemas Computacionales del Inst. Tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala. [rafael.ordonezf@gmail.com](mailto:rafael.ordonezf@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Roberto Morales Caporal, Profesor-Investigador del Depto. de Ing. Eléctrica y Electrónica y de las Maestrías en Ing. Mecatrónica y Sistemas Computacionales del Inst. Tecnológico de Apizaco, Apizaco, Tlaxcala. [moralescaporal@hotmail.com](mailto:moralescaporal@hotmail.com).

<sup>3</sup> Angel Hernández, pasante de la carrera en Ing. Mecatrónica en el ITA y realiza su proyecto de residencias profesionales. [angelot91@hotmail.com](mailto:angelot91@hotmail.com).

doméstico (un calentador de agua), uno para aplicaciones en la industria agrícola (un generador de aire caliente para invernaderos) y otro para uso en laboratorio de química (calentador de glicol). La principal característica de estos calentadores en comparación de las parrillas de inducción de uso doméstico es la sencillez de su circuito eléctrico y, por ende, más económico.

### Principio de Funcionamiento del Calentamiento por Inducción

Una fuente de voltaje de corriente alterna (CA) a una cierta frecuencia alimenta a una bobina que se le conoce como la bobina de trabajo o de inducción. El paso de corriente a través de esta bobina genera un campo magnético muy intenso y cambiante rápidamente en el espacio dentro de la bobina de trabajo [2]. En la pieza metálica de trabajo que se coloca dentro de la bobina solenoide se induce una gran corriente y la potencia que se disipa principalmente se da por el efecto Joule. En la figura 2 se muestra este fenómeno, así como un ejemplo de una pieza calentada. Normalmente, el circuito inductivo se compensa con un elemento capacitivo para maximizar la transferencia de energía el cual no se muestra en esta figura.

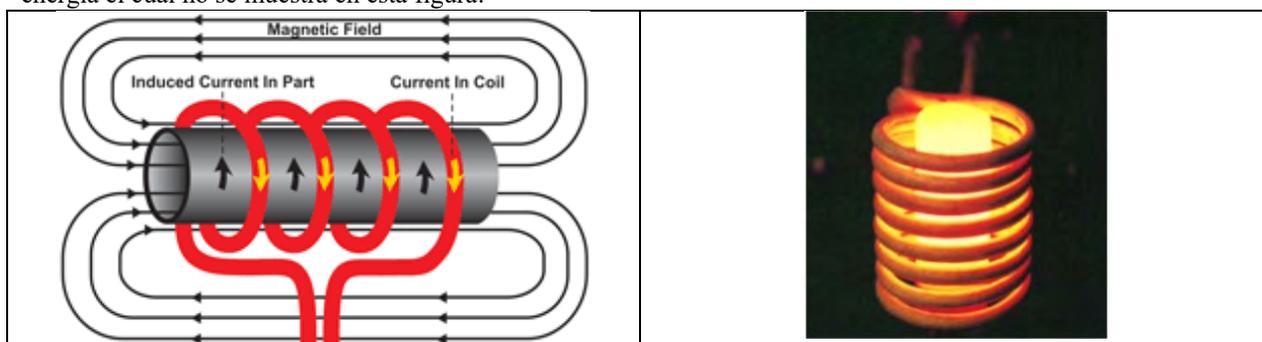


Figura 2. Líneas de campo magnético generadas por una bobina solenoide y flujo de las corrientes inducidas. Ejemplo de una pieza metálica durante el calentamiento.

El éxito de un buen calentamiento depende de varios factores como: 1) la frecuencia de la corriente alterna, 2) el tipo de metal, 3) el tamaño de la pieza, 4) del acoplamiento entre la bobina de inducción y de la pieza a calentar y 5) de la profundidad de penetración del calentamiento. Por lo tanto, todos estos factores se toman en cuenta para el diseño de los calentadores para las aplicaciones requeridas.

Por otro lado, para la construcción del calentador se necesita conocer los parámetros que influyen en el sistema y aquellos que alteran la eficiencia de este dispositivo. Las variables a caracterizar y controlar son:

- Inductancia de la bobina de trabajo, con y sin núcleo (pieza de trabajo).
- Resistencia de la bobina.
- Voltaje y corriente en la bobina.
- Caudal del fluido o sustancia gaseosa a calentar.

Uno de los principales factores a determinar es la profundidad del calentamiento (también conocida como efecto piel) que se requiere para una cierta aplicación, por lo que se calcula ésta en el núcleo mediante la ecuación de la profundidad del calentamiento dada por:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}} \quad (1)$$

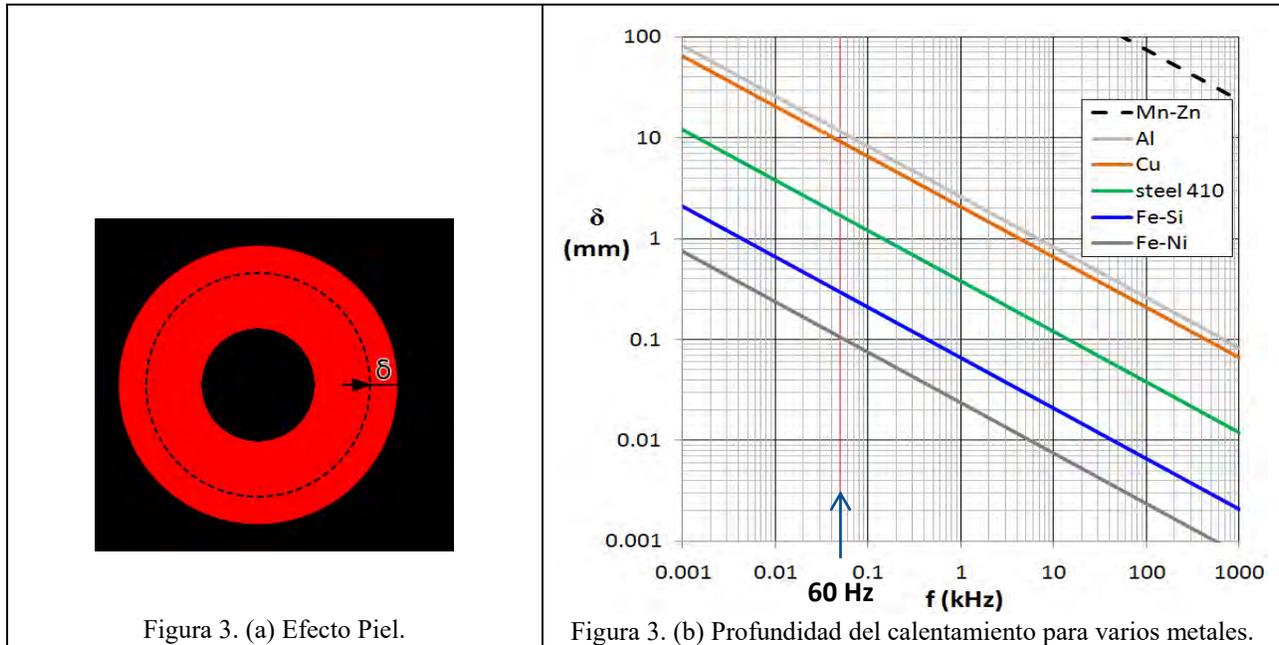
Donde  $f$  es la frecuencia de la CA,  $\mu$  es la permeabilidad total del material ( $4\pi \times 10^{-7} \mu r$ ) y  $\sigma$  es la conductividad del material metálico. En la figura 3(a) se observa que el efecto piel se genera en la periferia del núcleo y la profundidad es inversamente proporcional a la frecuencia, es decir, a menor frecuencia la profundidad es mayor y viceversa.

El tipo de metal es otro factor determinante en la potencia a suministrar, en la profundidad de penetración del calentamiento y en la rapidez con la que se calienta el material. En la figura 3(b) se muestra una gráfica de la profundidad del calentamiento para diferentes materiales donde se puede apreciar que en el aluminio y el cobre se da una mayor penetración que para ciertas aleaciones (Fe-Ni); sin embargo, el cobre y el aluminio son materiales no ferrosos para los cuales se necesita una mayor potencia eléctrica para calentarlos.

### Consideraciones y Limitaciones Técnicas para el Diseño de los Equipos

Los equipos ordinarios consisten de una fuente de alimentación a frecuencia variable (normalmente se compone de un rectificador, un filtro de CD y un inversor a transistores de potencia), un transformador de alta frecuencia, un banco de capacitores (para compensación de la inductancia) y la bobina de inducción, si es necesario se incluye un

sistema de enfriamiento para la bobina.



Considerando que en las tres aplicaciones se va a transmitir el calor del núcleo de metal hacia un fluido (gas o líquido) de manera constante y rápida, se establecen las condiciones de trabajo siguientes:

- La frecuencia de alimentación es constante, dado que no se requiere variar la profundidad de calentamiento y ésta debe ser profunda de unos cuantos milímetros; por lo tanto, se decide operar a baja frecuencia o a la frecuencia de línea, es decir a 60Hz.
- Se utilizarán tubos de acero comerciales, dado que el acero es un metal ferroso y el calentamiento se llevará a cabo de forma rápida; además el material es comercial y relativamente barato.

Por otro lado, una limitante es el costo del equipo, dado que para cualquier aplicación deberá competir con sus similares. Por tanto, y dadas las condiciones de trabajo anteriores, no se usan rectificadores ni inversores de potencia, el transformador no es de alta frecuencia y los capacitores de compensación no se instalan, más adelante se analizará la justificación de esto último. En consecuencia, en comparación con los equipos ordinarios de calentamiento por inducción, se reduce drásticamente el costo de los sistemas.

Al final, el diseño de los calentadores se reduce el tipo de bobina en función del fluido a calentar y en el caudal que éste debe tener para la aplicación requerida.

En la siguiente sección se mostrará el diseño y construcción de los tres sistemas: el calentador de agua para uso doméstico, el generador de aire caliente para invernaderos y el calentador de glicol para uso en laboratorio de química.

### Diseño y Construcción de los Calentadores por Inducción de Fluidos

#### Calentador de Agua

El Calentador de Agua por Inducción es un dispositivo innovador que se propone para el calentamiento del agua de la ducha, ya que obedece al excesivo desperdicio de agua en esta actividad cotidiana del ser humano, por tanto se prevé un ahorro de agua y la eliminación del uso de gas. La propuesta se caracteriza por su sustentabilidad, su impacto ambiental y economía, que podría abarcar los diversos estatus sociales satisfaciendo las necesidades actuales de cualquier sector económico. Este Calentador de Agua consume menos energía eléctrica que el calentador a base de resistencia y no almacena agua caliente, por lo que requiere menos energía inclusive que los calentadores a gas, lo que beneficia el ahorro energético y la economía del usuario [4].

Su impacto ambiental radica en la nula emisión de gases de invernadero al no utilizar la combustión del gas como fuente de calentamiento. También en el ahorro de agua al calentarla instantáneamente al paso de ésta sin la necesidad de almacenarla, y en el uso óptimo de la energía eléctrica al utilizar sólo la necesaria para calentar al agua a la temperatura deseada.

Se analizará el diseño de la geometría y dimensiones, además del cálculo de la bobina y la elección del material ferromagnético.

Como primer paso se calculó la profundidad de penetración del calentamiento a la frecuencia de línea a partir de la ecuación (1), considerando también la permeabilidad del acero, dado que el tubo a utilizar es el acero galvanizado. La profundidad del calentamiento resultante fue de 5.12mm. Considerando que el grosor del tubo es de 2mm, se concluye que existirá una profundidad adecuada para que se pueda calentar el agua a su paso.

El cálculo del inductor y del transformador se basa en una transferencia de potencia nominal de 1000W, por lo que considerando una relación de transformación de 10:1, se necesitaría una resistencia de  $0.15\Omega$  como carga en el secundario y corrientes del orden de 7.9A en el primario y 79A en el secundario; por lo tanto, los calibres de los alambres están en función de estas corrientes.

Al evaluar los parámetros que influyen en el sistema se necesita tener los valores correspondientes a las variables. En primera instancia se construyeron 4 bobinas de trabajo, en la figura 4 se muestra la construcción de una bobina la cual está construida con alambre magneto AWG no. 8, resultando 148 espiras alrededor del núcleo. El núcleo es un tubo galvanizado (figura 5) por donde fluirá el agua con una longitud de 0.80m, un diámetro interno de 0.016m y un diámetro exterior de 0.020m. La selección del alambre se realiza en función de la corriente que circula a través del mismo; el tubo galvanizado se selecciona por ser un material permeable y además por ser comercialmente empleado en cualquier tubería de un baño.



Figura 4. Bobina de Inducción.



Figura 5. Tubo galvanizado.

Las características resultantes de la bobina y su núcleo al hacer las mediciones correspondientes se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Parámetros del Sistema Bobina - Núcleo

Variable	Valor Medido
Voltaje de alimentación a la bobina	12.7V
Frecuencia de línea	60Hz
Resistencia de la bobina de inducción	$0.15\Omega$
Inductancia de la bobina de inducción	$410\mu\text{H}$
Resistencia del tubo galvanizado	$0.35\Omega$

#### Cálculos

En base a las características anteriores se realizan los siguientes cálculos:

*Corriente máxima:* El transformador fue diseñado con una relación de transformación 10:1, donde el voltaje de alimentación es de 127 V a 60 Hz. Dada esta relación 10:1, se tendrá un voltaje en el secundario de 12.7 V, lo que genera una corriente de:

$$i_s = \frac{12.7 \text{ V}}{.15\Omega} = 84.66\text{A} \quad i_s \approx 85\text{A}$$

Esta corriente será la máxima de salida en el secundario y de alimentación al inductor. La Tabla 2 muestra los datos de voltaje y corriente máximos que puede alcanzar nuestro circuito, los cuales se consideran para los dispositivos de protección que pueda llevar el calentador.

<b>TABLA 2. Datos del Transformador</b>		
<b>VARIABLES</b>	<b>PRIMARIO</b>	<b>SECUENDARIO</b>
<b>Voltaje</b>	127 V	12.7 V
<b>Corriente máxima</b>	8.5A rms	85A rms
<b>Potencia</b>	1,080 VA	

*Cálculo y construcción del Transformador para el Calentamiento por Inducción*

El diseño se basa en el método por producto de área,  $A_p$  [3], para una potencia aparente de 1kVA máximo. El cálculo de producto de área  $A_p$  está dado por la ecuación siguiente:

$$A_p = \left( \frac{P_t \times 10^4}{k_f B_m f k_u k_j} \right)^{1.14} \quad (2)$$

Se seleccionó el núcleo apropiado de acuerdo al producto de área obtenido de 280.98cm<sup>4</sup> o mayor dando el núcleo EI-162. El cálculo del número de vueltas del primario arrojó aproximadamente 280 vueltas, a partir de la ecuación:

$$N_p = \frac{V_p \times 10^4}{k_f B_m f A_c} \quad (3)$$

Para una corriente máxima en el primario de 8.5A rms, se seleccionó el alambre AWG no.13. El cálculo de las vueltas del secundario arrojó 28 vueltas. Para una corriente máxima de 85A, el cálculo arroja un alambre AWG no.3, replazándolo por dos alambres no. 8. En la figura 6 se observa de manera general la construcción del transformador.

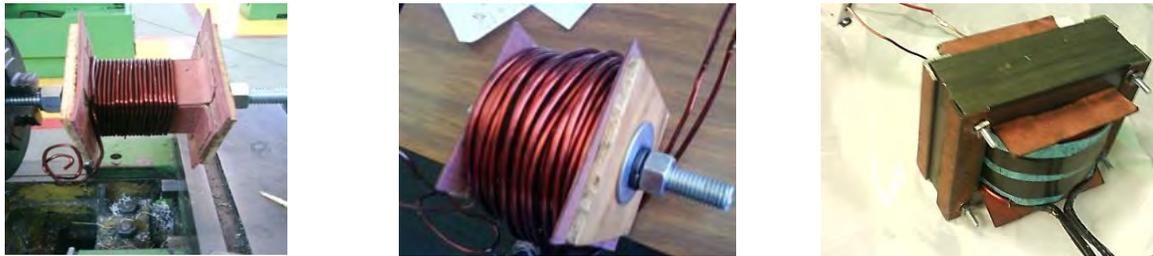


Figura 6. Etapas de Fabricación del transformador.

*Control de la temperatura del agua*

El control se lleva a cabo en lazo cerrado utilizando un sensor de temperatura de silicio y programando en un PIC un regulador de tipo on-off con histéresis para mantener en un rango de temperatura el agua caliente. El usuario podrá programar la temperatura deseada del agua mediante un teclado y podrá ver la temperatura real en un display LCD. En la figura 7 se observa el control.



Figura 7. Control de temperatura.

*Construcción y Pruebas de temperatura del Calentador*

Una vez construido los circuitos hidráulicos y eléctricos, el producto final se muestra en la figura 8, donde se puede apreciar 4 bobinas de inducción conectadas en paralelo para tener una resistencia total menor con el objetivo de calentar el agua a su paso más rápido, el transformador y el control electrónico de la temperatura.

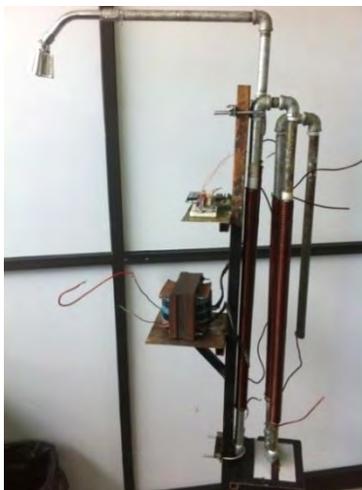


Figura 8. Regadera con 4 bobinas de trabajo.

En la Tabla 3 se muestran las mediciones de la temperatura que alcanza el agua a la salida de la regadera en función del tiempo de calentamiento. Se pudo notar que el calentamiento del agua fue de manera instantánea a razón de  $3.8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . A partir del minuto 25 la temperatura del agua se incrementa ligeramente a razón de  $0.8^{\circ}\text{C}/\text{min}$  en promedio.

TABLA 3. Mediciones de temperatura del agua a la salida de regadera

Minutos	Temperatura del agua $^{\circ}\text{C}$	Sensación del agua en el cuerpo
0	23°	Temperatura ambiente
3	34.5°	Temperatura media deseada por usuarios
6	46°	Muy caliente
8	50.8°	Demasiado caliente
25	76°	Extremadamente caliente

En la figura 10 es notable que las bobinas de inducción se han dispuesto inmediatamente antes de la regadera, lo que garantiza que este calentador no almacena agua en comparación con los calentadores convencionales o solares, logrando así disminuir el desperdicio de agua que se origina desde el momento en que se abren las llaves de paso hasta que cae agua caliente previamente almacenada.

#### ***Generador de Aire Caliente (Calefacción para Invernaderos)***

El Calentador de Aire por Inducción es un dispositivo innovador que se propone para la calefacción, en este caso, de invernaderos, ya que obedece al excesivo consumo de hidrocarburos de los quemadores tradicionales, por tanto se prevé un ahorro del energético y la, consecuente, eliminación del uso de gas y/o diésel. La propuesta se caracteriza por su sustentabilidad, su impacto ambiental y economía, que podría abarcar los diversos estatus sociales satisfaciendo las necesidades actuales de cualquier sector económico. Este generador de aire caliente consume menos energía eléctrica que un calentador a base de resistencia para alcanzar una misma temperatura, por lo que requiere menos energía inclusive que los calentadores a gas o diésel, lo que beneficia el ahorro energético y la economía del usuario.

Su impacto ambiental también radica en la nula emisión de gases de invernadero al no utilizar la combustión del gas o diésel como fuente de calentamiento, así como en el uso óptimo de la energía eléctrica al utilizar sólo la necesaria para calentar al aire a la temperatura deseada.

#### ***Diseño y dimensionamiento del sistema calefactor (bobina – núcleo)***

En primera instancia se comprueba nuevamente que existe un calentamiento apropiado en el interior del tubo, por lo que se calcula la profundidad del calentamiento en el núcleo (tubo de acero al carbono) mediante la ecuación (1), dando una profundidad del calentamiento también de 5.12mm. Considerando que el grosor del tubo es de 3mm, se

concluye que existirá una profundidad adecuada para que se pueda calentar el aire a su paso.

El cálculo del inductor y del transformador se basa en una transferencia de potencia nominal de 1.5 kW, por lo que considerando una relación de transformación de 10:1, se necesitaría una resistencia de  $0.10\Omega$  en el secundario y corrientes del orden de 12 amperes en el primario y 120 A en el secundario; por lo tanto, los calibres de los alambres están en función de estas corrientes.

Al evaluar los parámetros que influyen en el sistema se necesita tener los valores correspondientes a las variables. En primera instancia se construyó la bobina de trabajo como se muestra en la figura 9, la cual está construida con tubo de cobre de 1/4" y 9m de longitud, lo que resulta en 34 espiras alrededor del núcleo. El núcleo es un tubo de acero al carbono (figura 9.b) por donde fluiría el aire con una longitud de 0.25m, un diámetro externo nominal de 2.3/8 pulgadas. La selección del alambre se realiza en función de la corriente que circula a través del mismo; el tubo de acero al carbono se selecciona por ser un material permeable y además por ser comercialmente accesible.



Las características resultantes de la bobina y su núcleo al hacer las mediciones correspondientes se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4. Parámetros del Sistema Bobina - Núcleo

Variable	Valor Medido
<b>Voltaje de alimentación a la bobina</b>	12.7V
<b>Frecuencia de línea</b>	60Hz
<b>Resistencia de la bobina de inducción</b>	<b>0.06Ω</b>
<b>Inductancia de la bobina de inducción</b>	<b>49.7μH</b>

En base a las características anteriores se dimensionó el transformador. El transformador fue diseñado con una relación de transformación 12:1, donde el voltaje de alimentación es de 127 V a 60 Hz. Dada esta relación, se tendrá un voltaje en el secundario de 10.6 V, lo que genera una corriente de:

$$i_s = \frac{V}{R} = \frac{10.6 V}{0.06 \Omega}$$

$$i_s = 176.4 A$$

Esta corriente será la máxima de salida en el secundario y de alimentación al inductor. La Tabla 5 muestra los datos de voltaje y corriente máximos que puede alcanzar nuestro circuito, los cuales se consideran para los dispositivos de protección que pueda llevar el calentador.

TABLA 5. Datos del Transformador

VARIABLES	PRIMARIO	SECUENDARIO
<b>Voltaje</b>	127 V	10.6 V
<b>Corriente máxima</b>	14.7 A	176.4 A
<b>Potencia</b>	1,867 VA	

El transformador se calculó nuevamente de acuerdo al producto de área dado por la ecuación (2), y se procedió a su construcción de manera similar al del calentador de agua. El transformador resultante se puede ver en la figura 12.

#### *Medios de disipación y transferencia de calor*

Para poder hacer que el aire gane el máximo de temperatura se deben tomar en cuenta dos aspectos: 1) los medios de disipación y 2) la disposición de los disipadores para transferir el calor del metal al aire.

En el primer caso, se busca aprovechar al máximo el campo magnético que crea la bobina; por lo tanto, se introduce un tubo metálico ferroso en el interior de la bobina dado que en éste el campo es más intenso, pero también se coloca otro tubo en el exterior para aprovechar el campo que se irradia hacia afuera de la bobina, como lo ilustra la figura 2. Por lo tanto, el calefactor se compone de dos tubos, el interno y el externo a la bobina, como se muestra en la figura 10, y el aire se hace pasar dentro del tubo interno, así como por la bobina, la cual también se calienta por efecto joule dada la resistividad del cobre. En este punto, también se diseñan unas aletas de tipo cónicas (figura 11) para transmitir el calor hacia el interior de la tubería.

Respecto al segundo aspecto, las aletas cónicas servirán para crear turbulencia al paso del aire con lo que el calor se transfiere a éste de una manera más eficiente. Estas aletas se disponen de manera helicoidal alrededor de la tubería como si fuese una escalera de caracol a lo largo de la tubería. La figura 4 muestra la colocación de estas aletas dentro de la tubería.

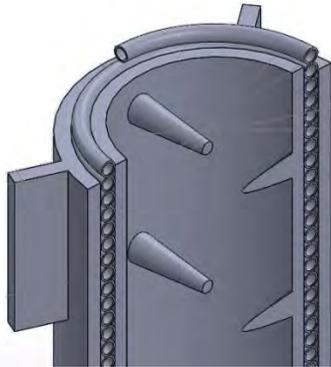


Figura 10. Calefactor compuesto de un tubo interno y externo a la bobina.



Figura 11. Disipadores (aletas) soldados en el interior del tubo.

El calefactor se acopla a la turbina de aire mediante una placa. El prototipo final se muestra en la figura 12, donde se puede apreciar también la conexión del transformador de corriente con la bobina de inducción.



Figura 12. Prototipo del generador de aire por inducción (Turbina más motor y calefactor de inducción).

Finalmente se diseña el tablero eléctrico donde se conectan las protecciones termomagnéticas, el contactor trifásico para el motor, el temporizador y las botoneras de arranque y paro del sistema. El temporizador se añade con

el fin de precalentar la tubería antes de hacer pasar el aire por ésta.

#### *Análisis de resultados del generador de aire*

Una vez realizadas las pruebas de laboratorio al prototipo, se arrojan los siguientes resultados mostrados en la tabla 6:

Tabla 6. Resultados técnicos del generador de aire por inducción.	
Velocidad del aire a la salida del calentador	15m/s
Temperatura del aire (luego de 6 minutos de precalentamiento)	52°C
Temperatura del aire (luego de 15 minutos de funcionamiento donde la temperatura se mantuvo constante)	39°C
Temperatura en el interior del tubo	146°C
Temperatura en el tubo exterior (superior / inferior)	83°C / 49°C
Caudal de salida	313m <sup>3</sup> /hr
Energía térmica que puede entregar el calefactor para subir 10°C la temperatura	53.62KJ/min
Potencia eléctrica nominal del calefactor	1.5kW
Potencia nominal del motor trifásico	¾ HP

Este equipo se probó en un invernadero piloto con medidas de 20m largo x 6m ancho x 3m alto, lo que arroja un volumen de 360m<sup>3</sup>.

De acuerdo a las lecturas tomadas a la salida del calefactor, se tiene una velocidad de aire de salida de 15m/s a una temperatura constante de 39°C.

Calculando el caudal de salida (313m<sup>3</sup>/Hr), la energía térmica que puede entregar el calefactor para subir 10°C la temperatura interna del invernadero es de 53.62KJ/min.

Si la capacidad térmica del invernadero prototipo para un gradiente de temperatura de 10°C es de 3,693.6KJ, esto quiere decir, por ejemplo, que teóricamente da como resultado que el calefactor tarda 1 hora 9 minutos en llevar de 17°C a 27°C la temperatura interna (no se consideran las pérdidas de calor en las paredes de plástico del invernadero).

#### ***Calefactor de Glicol (uso en Laboratorio de Química)***

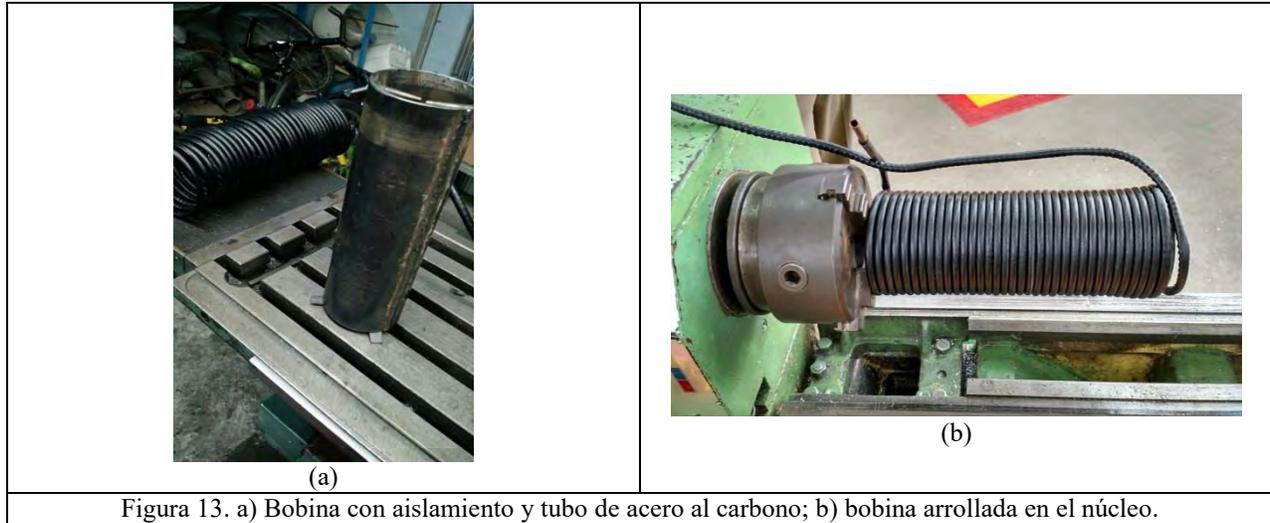
El Calefactor de Glicol por Inducción es un dispositivo innovador que se propone para el calentamiento de esta sustancia y de cualquiera otra en procesos químicos a priori de laboratorio. Esto obedece al consumo excesivo de electricidad, ya que actualmente utilizan resistencias para proporcionar el calentamiento. Otra diferencia entre el calefactor de resistencias y este por inducción es que las resistencias se colocan en la parte externa de la tubería de acero inoxidable por donde pasa el glicol, reduciendo la eficiencia del calentamiento ya que primero se calienta el tubo y luego el glicol, y el calefactor por inducción se sumerge en el líquido calentándolo directamente a su paso, lo que se gana en eficiencia de la transferencia de calor.

#### *Diseño y dimensionamiento del sistema calefactor (bobina – núcleo)*

Considerando que el grosor del tubo de acero al carbono tanto externo como el interno es de 3.5mm, con base en la ecuación (1), se concluye que existirá una penetración del calentamiento en los tubos adecuada para que se pueda calentar el glicol a su paso por las tuberías.

En este sistema se aplica el mismo transformador diseñado para la aplicación del generador de aire caliente.

En primera instancia se construyó la bobina de trabajo como se muestra en la figura 13, la cual está construida con tubo de cobre de 3/8" y 12m de longitud, lo que resulta en 36 espiras alrededor del núcleo. El núcleo es un tubo de acero al carbono (figura 13.a) por donde fluirá el líquido con una longitud de 0.30m, un diámetro externo nominal de 3½ pulgadas. La selección del alambre se realiza en función de la corriente que circula a través del mismo; el tubo de acero al carbono se selecciona por ser un material permeable y además por ser comercialmente accesible.



Las características resultantes de la bobina y su núcleo al hacer las mediciones correspondientes se muestran en la Tabla 7.

TABLA 7. Parámetros del Sistema Bobina - Núcleo

Variable	Valor Medido
<b>Voltaje de alimentación a la bobina</b>	10.6V
<b>Frecuencia de línea</b>	60Hz
<b>Resistencia de la bobina de inducción</b>	<b>0.12Ω</b>
<b>Inductancia de la bobina de inducción</b>	<b>77.39μH</b>

*Medios de disipación y transferencia de calor*

Para poder hacer que el líquido gane el máximo de temperatura se deben tomar en cuenta dos aspectos: 1) los medios de disipación y 2) la disposición de los disipadores para transferir el calor del metal al líquido.

Como en el diseño del calentador de aire, se colocan dos tubos, uno interno y otro externo a la bobina de inducción (como se muestra en la figura 10) para aprovechar al máximo el campo magnético que crea la bobina. En este punto, también se diseñan unas aletas de tipo cónicas (figura 14) para transmitir el calor hacia el interior de la tubería.

Respecto al segundo aspecto, las aletas cónicas servirán para crear turbulencia al paso del líquido con lo que el calor se transfiere a éste de una manera más eficiente. Estas aletas se disponen de manera helicoidal alrededor de la tubería como si fuese una escalera de caracol a lo largo de la tubería. La figura 14 muestra la colocación de estas aletas dentro de la tubería.



Figura 14. Disipadores (aletas) soldados en el interior del tubo.

El calefactor se introduce a la tubería de inoxidable como se muestra en la figura 15. El prototipo se prueba con líquido refrigerante para auto (glicol rebajado, figura 16) y se hacen mediciones en la tubería del calefactor (figura 17) y en el líquido. En la figura 18, se puede ver el calefactor, el transformador y el control eléctrico.

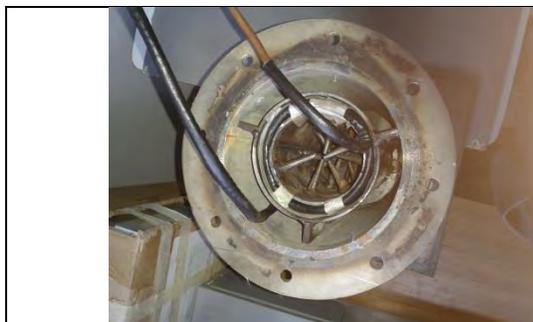


Figura 15. Calefactor dentro de la tubería de inox.



Figura 16. Refrigerante para auto.



Figura 17. Medición de la temperatura en los tubos didipadores.



Figura 18. Elementos del sistema: Calefactor, transformador y control eléctrico.

*Análisis de resultados del calentador de glicol*

Una vez realizadas las pruebas de laboratorio al prototipo, se arrojan los siguientes resultados mostrados en la tabla 8. Cabe señalar que en esta prueba no se hace circular el líquido, más bien se mantiene estático.

Tabla 7. Resultados técnicos del calentador de glicol.	
Temperatura de la tubería interna / externa (luego de 6 minutos de calentamiento) (sin glicol)	196°C / 127°C
Temperatura del glicol (luego de 6 minutos de calentamiento)	96°C
Potencia eléctrica nominal del calefactor	1.7kW

**Comentarios Finales**

*Conclusiones*

El calentador de agua por inducción contribuye a la conservación del medio ambiente y al ahorro de agua convirtiéndose en un dispositivo confiable y competente, teniendo un diseño innovador, seguro y confiable. Entre las características más importantes de este equipo son: calienta el agua de manera instantánea y continua, no almacena agua, por lo tanto se clasifica dentro de los calentadores de paso, y tiene un control de la temperatura del agua. Es por ello que tiene un ahorro sustancial de agua y al no consumir gas y no almacenar agua caliente, genera un ahorro energético que se ve reflejado en la economía de los usuarios.

Con el objetivo de disminuir los costos del energético para cubrir las necesidades de calefacción de los invernaderos, así como contribuir a la reducción de contaminación, se diseñó e implementó una propuesta de un generador de aire alimentado por energía eléctrica y que proporciona la misma cantidad de calor que un calefactor a base de resistencias eléctricas pero con un menor consumo de potencia.

El resultado, es un prototipo de 2.2kW, que mantiene una temperatura de salida del aire constante de 39°C y una capacidad térmica de 53.6KJ/min para un gradiente de temperatura de 10°C, con lo que puede incrementar la

temperatura en 10°C un invernadero de 360m<sup>3</sup> en una hora. Cabe mencionar que el diseño es escalable, por lo que ya se tienen las herramientas necesarias para poder diseñar equipos de mayor potencia.

Finalmente, los calentadores por inducción aquí presentados son dispositivos únicos que son producto de la innovación y el desarrollo sustentable, que tiene como objetivo resolver problemas ambientales y energéticos.

#### *Reconocimientos*

Se reconoce al Departamento de Ingeniería de Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco por el apoyo recibido durante los largos y fructíferos períodos en los que se han llevado a cabo la labor de investigación y desarrollo del proyecto, que han dado como resultado estos prototipos.

#### **Referencias**

- [1]. Zinn S. and Semiatin S.L. "Elements of induction heating, design, control and applications," *Ed. EPRI Electric Power Research Institute, Inc.* 1980.
- [2]. Galván C. "Calentamiento por inducción magnética, Electrónica y automática industriales," Capítulo 15.
- [3]. Colonel T. McLyman. "Transformer and inductor design handbook," *Ed. Marcel Dekker, 2004.*
- [4] Ordoñez Rafael, Reyes Fabiola, Carreño Carlos, Morales Roberto, Martínez Haydée, "Water heater by magnetic induction", IEEE Computer Society, proceedings of the 23th International Conferences on Electronics, Communications and Computers, CONIELECOMP, pp. 192 – 197; Puebla, Mexico, 11-13 marzo 2013.

#### **Fuentes bibliográficas**

Baca Urbina, "Formulación y evaluación de proyectos," *Editorial McGraw Hill*

Referencias estadísticas, [www.inegi.com.mx](http://www.inegi.com.mx), Febrero, 2012.

Transformadores, [//webpages.ull.es/users/ddtorres/Docencia/Instalaciones/Electrifica](http://webpages.ull.es/users/ddtorres/Docencia/Instalaciones/Electrifica), Marzo 21, 2012.

## Sistema Electrónico Eliminador de Sarro en Tuberías

M.E. María de Jesús Oregán Silva<sup>1</sup>, M.E. Ramón Matías López<sup>2</sup>,  
M.C. Juan Carlos Vásquez Jiménez<sup>3</sup>, Ing. Serafin Reyes García<sup>4</sup>  
Sandra Martínez Sánchez<sup>5</sup>

**Resumen** ---El agua dura es uno de los problemas que presentan varias ciudades de México, donde el agua que utilizan para las actividades cotidianas contienen calcio y magnesio, y es la causa por la que tienen que utilizar más jabón para baño, ropa, trastes, etc.; mancha y corroe las llaves del agua. Por otra parte, la concentración de dureza provocando que los calentadores domésticos y las tuberías acumulen calcio y el magnesio causando dureza y ocasionando deficiencias y pérdida total del sistema en periodos cortos de tiempo, en algunas ocasiones hasta de un año. En este trabajo, se diseñan y prueba la posibilidad de utilizar un sistema electrónico que permita por medio de aplicación oportuna de vibración, eliminar o disminuir la dureza, para prolongar la vida útil del sistema de agua de uso doméstico y así contribuir a disminuir el impacto al medio ambiente y a la economía del consumidor.

**Palabras clave:** aguas, eliminación, sarro, vibración, electrónica.

### Introducción

La palabra dureza se refiere a la cantidad de compuestos de calcio y magnesio disueltos en el agua, correspondientes al contenido de iones alcalinotérreos. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales. Las sales más comunes en el agua dura son sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y cloruros de calcio, magnesio, hierro y otros, pero por lo general la dureza del agua es causada por la presencia de iones de calcio y de magnesio disueltos en el agua. Otros cationes como el aluminio y el hierro pueden contribuir a la dureza, sin embargo su presencia es menos crítica.

El agua usada para el aseo personal en el cual se utilizan calentadores, debe estar libre de dureza, ya que se forma el sarro en forma de una capa blanca y dura constituida por calcio y magnesio principalmente, originando que se tapen tuberías y conexiones. Haciendo menos eficiente los elementos de calefacción hasta en un 90%.

Esto representa el desafío de eliminar las sales de calcio y magnesio, razón por la cual en este trabajo, se presenta un análisis de los efectos que causa el uso de agua dura en los sistemas hidráulicos domésticos y específicamente en los calentadores y se busca su disminución por medio de un sistema electrónico que produzca vibración, a través de la cual se disminuya la concentración de la dureza y pueda utilizarse en el baño, para lavar los trastos, para evitar que manche o deteriore los utensilios metálicos como las llaves del agua y por otra parte aumentar la vida útil y la eficiencia de los calentadores.

A través del diseño y aplicación de un sistema electrónico se busca eliminar la dureza en el agua que recorre las tuberías creando una perturbación en el agua que produce centros de cristalización sin utilizar químicos o filtros que impacten el medio ambiente.

Se presentan los conceptos teóricos que dan soporte al desarrollo del circuito, las conclusiones y los hallazgos colaterales del mismo.

### Descripción del método

#### *Tipo de investigación*

Este trabajo "SISTEMA ELECTRÓNICO ELIMINADOR DE SARRO", es un proyecto de desarrollo tecnológico, en el cual se diseña y construye un prototipo de un sistema electrónico para poder suspender las sales que producen dureza en calentadores de agua para servicio doméstico y negocios en regiones que tengan este problema. Es un proceso experimental, ya que podrá manipularse la vibración producida (variable independiente) y observarse la precipitación de sales que forman el sarro (variable dependiente). El proceso consiste en tipificar los problemas ocasionados en tuberías por el exceso de sales en el agua; seleccionar el material más apropiado, diseñar el circuito electrónico para generar vibración; construir un modelo de prueba y finalmente realizar pruebas y determinar su eficiencia e impacto.

<sup>1</sup> Maestra en educación. Profesor de T.C Instituto Tecnológico de Tehuacán, Depto. de Metalmecánica. [maoregansilva@hotmail.com](mailto:maoregansilva@hotmail.com)

<sup>2</sup> Maestro en Educación. Profesor de TC Instituto Tecnológico de Tehuacan. [matiaslopez@hotmail.com](mailto:matiaslopez@hotmail.com)

<sup>3</sup> Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, Instituto Tecnológico de Tehuacán, [jcvazquez@hotmail.com](mailto:jcvazquez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, [sreyes100@hotmail.com](mailto:sreyes100@hotmail.com)

<sup>5</sup> Estudiante de Ing. Mecatrónica. Instituto Tecnológico de Tehuacán

### *Análisis del contexto*

Se realizó una investigación documental de las ciudades del país que presentan problemas graves de acumulación de sarro ocasionados por el uso de agua dura. Las ciudades que según este análisis, tienen el problema que el agua que utiliza la comunidad en general, presenta una elevada dureza con valores que oscilan entre 300 y 600 PPM de sales en el agua, entre ellas se encuentran ciudades mexicanas como: Yucatán, Oaxaca, Puebla; Tlaxcala, Campeche, Quintana Roo y La Comarca Lagunera entre otras.

En la Ciudad de México, zonas como Iztapalapa y la Basílica de Guadalupe han presentado problemas graves de formación de un tipo de sarro muy característico de color blanco-amarillo-naranja, el cual provoca que el reemplazo de piezas de baño sea muy alto y en consecuencia tenga un fuerte impacto en la economía familiar.

Zonas con poco sarro: Hay otras zonas donde el agua tiene valores menores a 200 PPM, por ejemplo: Tulancingo, Xalapa y la zona de Reforma en la Ciudad de México, aquí el problema es diferente, pues aunque el valor de PPM es bajo, el sarro se forma dejando una mancha oscura, casi negra, principalmente en las tazas del W.C. La causa del sarro es el estancamiento del agua y los pocos minerales que hay en el agua son suficientes para fijarse en la taza del baño que específicamente en aquellas que casi no se usan. Esto quiere decir que aún una casa con bajo consumo de agua en una zona con bajo nivel de PPM tendrá problemas de sarro mientras que una casa en la misma zona pero con medio y alto consumo de agua no tendrá problemas.

### *Diseño*

Una vez analizada la situación problemática, partiendo específicamente de los que se presentan en la región de Tehuacán, Pué. y tomando en cuenta los presentados en las ciudades antes mencionadas, surge la idea de buscar soluciones alternativas sustentables y sostenibles para contrarrestar este problema, por lo tanto la propuesta es realizar un sistema vibratorio electrónico que evite la suspensión y acumulación de sales en el interior de las tuberías y en el interior de los calentadores de agua, sin dejar de mencionar que pueden adicionarse, además de este circuito, sistemas de filtrado para elevar la eficiencia del sistema para evitar la formación de sarro producido por las sales del agua.

### *Circuito electrónico*

El primer paso fue seleccionar el material necesario para desarrollar el sistema que habrá de producir las vibraciones en las tuberías, cotizar los costos del material y así estimar el costo del sistema, el cual se presenta en la figura 1 y tabla 1.

#### Material

- 1 Circuito Integrado LM555
- 1 Resistencia 10 k $\Omega$
- 1 Resistencia 100 k $\Omega$
- 1 Resistencia de 220  $\Omega$
- 1 Capacitor de 0.1  $\mu$ F
- 1 Capacitor de 0.001  $\mu$ F
- Alambre magneto



Figura 1. Parte del material utilizado en la construcción del sistema.

MATERIAL	UNIDA D	CANTIDA D	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Circuito Integrado LM555	PIEZA	1	\$10.00	\$10.00
Resistencia 10 kΩ	PIEZA	1	\$2.00	\$2.00
Resistencia 100 kΩ	PIEZA	1	\$2.00	\$2.00
Resistencia de 220 Ω	PIEZA	1	\$2.00	\$2.00
Capacitor de 0.001 μF	PIEZA	1	\$4.00	\$4.00
Capacitor de 0.1 μF	PIEZA	1	\$4.00	\$4.00
Alambre magneto	METRO		\$40.00	\$80.00
Mano de obra				\$250.00
Costo total				\$354.00

Tabla 1. Costo del circuito eléctrico

Para evitar la precipitación de las sales del agua que recorre la tubería y así evitar la formación de sarro, se busca crear una perturbación en el agua que produce centros de cristalización. Así que se crea un campo magnético que interfiere con el campo iónico o eléctrico e impide a los minerales disueltos en el agua adherirse y formar el sarro. Todo esto se logra sin usar químicos, o filtros dañen la naturaleza, por lo tanto es un método sustentable y sostenible.

La solución propuesta es la utilización del siguiente circuito que además de prevenir la formación de nuevas incrustaciones, va eliminando poco a poco las ya existentes, teniendo entre otras las siguientes ventajas:

Ventajas:

- Fácil de instalar
- No usa químicos o ácidos, ni ningún elemento contaminante
- Mínimo costo de operación (sólo consume de 5 a 10 watts)
- Gran durabilidad al no tener partes móviles
- Precio accesible
- Efectividad comprobada

El circuito eléctrico (Ver fig. 2) a utilizar no cambia la composición química del agua, no añade químicos al agua, no es un filtro, no es un suavizador o ablandador de agua, no tiene efectos secundarios por lo tanto es un dispositivo ecológico, ya que solo utiliza magnetismo en el proceso.

Para simular el proceso se realizó un modelo que permitió analizar y estudiar el sistema con la finalidad de verificar la factibilidad y viabilidad de este, buscando la forma más económica como también el material más práctico y fácil de encontrar, y así poder ponerlo en práctica para su funcionamiento en ambientes domésticos.

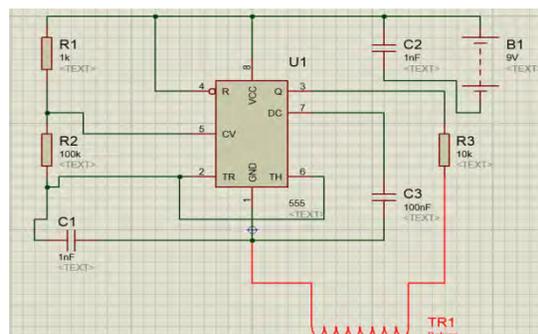


Figura 2. Diseño del circuito eléctrico.  
(Fuente elaboración propia)

*Características:*

El principal funcionamiento del IC (Circuito Integrado) es producir pulsos de temporización con precisión entre sus funciones secundarias están la de oscilador, divisor de frecuencias, modulador o generador.

El IC incorpora dentro en su interior, dos comparadores de voltaje, un Flip Flop, una etapa de salida de corriente, un divisor de voltaje por resistor y un transistor de descarga. Dependiendo de cómo se interconecten estas funciones utilizando componentes externos es posible conseguir que dicho circuito realiza un gran número de funciones tales como: Multivibrador estable, Circuito monoestable.

#### *Funcionamiento*

El cable de señal del circuito o más bien el alambre magneto crea un campo electromagnético, que genera una singular y compleja onda de frecuencia modulada, que produce un impulso sónico inaudible, cambiando las propiedades adhesivas de los cristales de carbonato de calcio y otros minerales.

Estos cristales son repelidos en lugar de adherirse a las tuberías, depósitos o equipos y permanecen suspendidos en el agua.

Esta acción detiene cualquier futura formación de sarro y dado que la solubilidad del agua se incrementa, el sarro existente es removido gradualmente.

El circuito eliminador de sales se alimenta de una fuente externa entre sus terminales 8 (+VCC) y 1 (GND) tierra; el voltaje de la fuente va desde los 5V hasta los 15V de corriente continua. Para su mejor funcionamiento y protección del IC como multivibrador se utilizan las resistencias de dicho valor como también los capacitores.

El circuito eliminador de sales está compuesta por una unidad electrónica de poder la cual contiene un sistema computarizado de control y un cable de señal que se enrolla un número específico de veces (Esto lo determina el diámetro de la tubería) alrededor de la tubería conductora de agua. La unidad de poder envía una compleja corriente dinámica de frecuencia, amplitud y forma específica que produce campos magnéticos de tiempo variable y extremadamente pequeños.

El sarro se acumula lentamente en la tubería de cualquier tipo, aún en el PVC. La tubería de cobre tiene más tendencia a acumular sarro.

El problema es mayor conforme pasa el tiempo y la temperatura del agua es elevada, es decir, la tubería del agua caliente tiene la tendencia a tener más sarro que la tubería de agua fría y en el clima cálido se fija más. Otro fenómeno importante a considerar es que una tubería que se usa poco tendrá más sarro.

Este fenómeno sucede porque el calcio reposa tranquilamente y se forman las cadenas de sarro sin interrupción (solo pensemos que si el sarro se forma en agua en movimiento, será mucho más fácil que se forme en agua en reposo).

Hay localidades en el país, por ejemplo Puebla, Querétaro, Coahuila, etc., que tienen graves problemas con sus calentadores de agua, los cambian o reparan muy seguido y observan que los habitantes de la península de Yucatán, quienes tienen un problema mucho mayor de sarro en el agua, no sufren tanto.

La elevada temperatura en la tubería para calentar el agua acelera la solidificación de sarro, elevando los costos de mantenimiento y ocasionando pérdidas enormes por reemplazar los equipos. Por otro lado, los habitantes de zonas cálidas casi no usan calentadores.

En el caso de su calentador de agua con sarro tiene como consecuencias una disminución del flujo de agua y un mayor consumo de gas, electricidad o energía, por lo cual le aconsejamos lo siguiente:

Limpiar el interior de la tubería de su calentador con ácido no es recomendable pues puede dañarlo.

El uso de vinagre es el más indicado, pero debe usarse el llamado ácido acético o vinagre blanco en su estado puro, el cual es muy caro pero es más efectivo.

#### *Instalación*

Instalar el circuito eléctrico en la tubería del calentador, como se podrá notar será instalada en el tubo de agua caliente (fig. 3), y notará una disminución dramática del problema de sarro en su calentador.



Figura 3. Instalación de las tuberías en el calentador para una casa habitación.

Las personas que instalen el circuito eléctrico y al mismo tiempo un calentador de agua nuevo, notarán que al drenar el calentador cada dos meses habrá muy poco sarro en la tubería y que el calentador dura mucho más tiempo

que antes. Lo mejor es que el sarro que se encuentre en el interior de su calentador empezará a deshacerse y usted no tendrá que comprar uno nuevo.

Sin embargo, si usted instala el circuito eléctrico y quiere alargar la vida de su calentador, será mejor darle mantenimiento, para acelerar el proceso de destrucción de sarro y ahorrar gas, electricidad o aumentar la eficacia. De todos los tipos de calentadores de agua, el solar no es cualquier inversión. Por lo cual le recomendamos instalar el circuito eléctrico en su tinaco o cisterna.



Figura 4. Instalación de un calentador para una casa y las especificaciones de los tubos de agua caliente y fría.

NOTA: Cada sistema operativo de calentador necesita ser drenado como mínimo cada dos meses, pero con la ayuda del circuito mediante su función de multivibrador hará que los minerales se no se mantengan en la tubería de agua caliente y así al drenar su calentador no tendrá que usar químicos que dañen su salud o como también tener que cambiar sus tuberías o hasta llegar a remplazar el calentador lo cual llevara un costo muy alto (fig. 5).

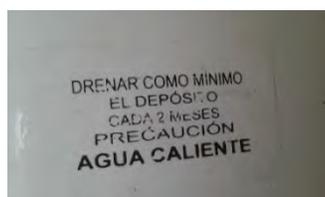


Figura 5. Precauciones de los calentador

Este nuevo sistema del control de las sales se logró grandes beneficios ya que proporciona agua con características de agua blanda sin la adición de sal o productos químicos, ofrece una alternativa ecológica a la sal de los suavizadores de agua basados en sal. Disolverá los contaminantes existentes mejorando el flujo de agua en los sistemas severamente incrustados. Eliminará las calcificaciones antiestéticas en grifos, duchas, lavabos, etc. Prolongará la vida útil de las tuberías de agua.

Además de que el proyecto constituido por un circuito se instalará de forma fácil, logrando un mínimo de mantenimiento, su costo de adquisición es mínimo, consume una mínima cantidad de energía eléctrica, permitirá proteger los aparatos domésticos relacionados con el agua, por lo que proporcionará una larga vida en los sistemas.

*Conclusiones*---Se diseñó y elaboro un primer prototipo de circuito electrónico para generar vibración con el cual se hicieron pruebas en las cuales se observó una disminución en la precipitación de sales en agua en la salida del calentador, esto debido a la disolución de calcio y magnesio, lo que evitó la acumulación del sarro en tuberías y en el propio sistema del calentador de agua.

La instalación del sistema electrónico es sencilla y fácil de aplicar, el costo del equipo es relativamente bajo, y su vida útil se estima, según la calidad de los componentes, en un promedio de 5 años. Solo requerirá de un chequeo cada año para revisar que su funcionamiento sea el adecuado. No presento daño a las personas que lo usan no tienen contacto directo con los componentes eléctricos y el consumo de energía es muy bajo (15 volts máximo) finalmente no se observó ningún daño al medio ambiente.

Este proyecto podrá ser útil en casas o edificios, piscinas, establecimiento de restauración, hoteles, restaurantes, torres de enfriamiento, máquinas de hielo, contribuyendo en el ahorro del agua, sobre todo se reducirá el daño en tuberías y calentadores lo cual tendrá un impacto en la economía de los usuarios.

Este sistema es versátil ya que se puede utilizar no nada más en el calentador si no también es útil en otros tipos de sistemas (tabla 2.) que generen dureza tales como: torres de enfriamiento, intercambiadores de calor, evaporadores, equipo de filtración, destiladores. Baños, albercas, hospitales, lavanderías, restaurantes, en l industria del aceite, maquiladoras, etc.

	Aplicaciones	Beneficios
Torres de enfriamiento	Industriales	-Previene el aumento de incrustaciones -Mejora el flujo de agua -Alarga la vida útil en los equipos y sistemas hidráulicos
Intercambio de calor		
Evaporadores		
Equipos de filtración		
Destilerías		
Baños	Hoteles, casa residencia	-Agua sedosa -Elimina la acumulación de sarro en las tuberías, regaderas, etc.
Tuberías		
Boiler		
Albercas		
Hospitales	Otras aplicaciones	
Lavanderías		
Restaurantes		

Tabla 2. Algunas aplicaciones y beneficios del circuito eléctrico.

### Referencias

- Alexander, C. k. (2002). Capacitores. En C. k. Alexander, Fundamentos de circuitos electricos (págs. 206-209). Mexico D.F.
- Alexander, C. k. (2002). Ley de ohm. En C. k. Alexander, Circuitos electricos (págs. 28-31). Mexico D.F.
- Commons, C. (7 de abril de 2014). Wikilibros. Recuperado el 10 de febrero de 2015, de Resistencia eléctrica: [http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Electricidad\\_y\\_electr%C3%B3nica/Resistencia\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Electricidad_y_electr%C3%B3nica/Resistencia_el%C3%A9ctrica)
- Electronica general. (s.f.). Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://electronicageneralenet1.blogspot.mx/2013/04/tipos-de-capacitores-tecnologia.html>
- G. A. (s.f.). Resistencia eléctrica. Obtenido de [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_resistencia/ke\\_resistencia\\_2.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_2.htm), 2015,
- Hidroagua. (s.f.). suavizadores de dureza. Recuperado el martes de febrero de 2015, de <http://www.hidroagua.com.mx/suavizadores.htm>
- Libre, M. (s.f.). Filtro, anti sarro, suavizador de sales polifosfatos cal. febrero de 2015, de [http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-482046380-filtro-anti-sarro-suavisador-de-sales-polifosfatos-cal-mmu-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-482046380-filtro-anti-sarro-suavisador-de-sales-polifosfatos-cal-mmu-_JM)
- Roman, M. (Martes de Octubre de 2012). Facultad de Ingeniería Electrónica. febrero de 2015, de Circuitos integrados.
- Viakon. (2012). Obtenido de <http://www.viakon.com/pdf/categorias/12.pdf>
- Wikipedia. (lunes de febrero de 2015). Circuitos integrados 555. 10 de febrero de 2015, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_integrado\\_555](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555).

#### Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals, sede en Tlaxcala, El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

# Optimización de consumo de combustible y tiempo en la empresa comercializadora de la zona centro de Tlaxcala

Ing. Ociel Ortega Rodríguez<sup>1</sup>, M.C. Hilda Flores Flores <sup>2</sup>,  
Lic. Veronica Avendaño Pérez<sup>3</sup>, C. Javier Alba Rodríguez<sup>4</sup>.

**Resumen-** Esta investigación se desarrolló en una empresa dedicada a la comercialización de materiales para la construcción, en adelante denominada empresa, donde los procesos se llevan a cabo de una manera empírica y no se cuenta con mecanismos de control que eviten costos de operación, dando como resultado la entrega de mercancías, haciendo de lado el aspecto financiero y la realización de un análisis de rutas y tiempo. Con el resultado del análisis se hará un importante ahorro ayudando a la rentabilidad de la empresa, una mejor planeación y un ahorro en el consumo de combustible, apoyados en el control de las rutas y del personal, para establecer estándares de consumo recomendado en base a la una ruta que deberá seguir el conductor.

**Palabras clave:** Análisis, rutas, consumo

## Introducción

Esta investigación tiene como objetivo a través de una investigación exploratoria y descriptiva, lograr la reducción en el consumo de combustible generados por flete de mercancía hacia las diferentes sucursales con las que cuenta la empresa dentro del Estado de Tlaxcala, mediante el análisis de rutas, generando una disminución de los costos de transporte y con ello aumentar la eficiencia dentro de la distribución.

Resolver la problemática que existe por no tener de una forma controlada en lo que respecta a viajes, salidas de material y retorno a la empresa una vez hecha la entrega, todo esto por no llevar el control en cuanto a consumo de combustible por ruta, representan un área de oportunidad ya que lo que no se mide no se puede controlar.

## Marco teórico

En este apartado se da sustento teórico a esta investigación partiendo de la calidad, la mejora en los procesos, la distribución y sus tipos de redes, los costos de transporte, la optimización de rutas y el consumo del combustible.

### *Calidad y la mejora en los procesos*

A partir de la década de los 80's el escuchar hablar de la calidad se hace cada vez más común y más común se hace la imperante necesidad de las organizaciones de aplicar mejoras a sus procesos para elevar la calidad de su producto o servicio, que a su vez les permita disminuir o por lo menos hacer más eficiente el uso de sus recursos a fin de alcanzar un solo objetivo: seguir compitiendo en un mercado cada vez más feroz e intolerante a la incapacidad de adaptarse.

Mc Cuiston & De Luenay en su trabajo Organization Development Quality Improvement Process: Progress Energy's Continuous Business Excellence Initiative realizado en 2010, describen a la calidad y a las estrategias de mejora continua como las armas que han ayudado a los ejecutivos y a sus organizaciones a librar la batalla contra el incremento en los costos ocasionados por las dificultades económicas. Según su estudio los programas de calidad en las empresas han ido incrementado en los últimos años así como el gasto en ellos, sin embargo no existe una herramienta específica o preferida por las empresas sino que varían a nivel mundial.

Aunque el concepto de calidad puede ser algo subjetivo, existen varios personajes que han tratado de definirlo como un producto o servicio que satisface los requerimientos del mercado. Edwards Deming lo definía como el conseguir una producción eficiente con los estándares que espera el mercado y no como la perfección del producto, Juran lo expone como "la adecuación para el uso, satisfaciendo las necesidades del cliente". Esta última definición de calidad, "como la adecuación para el uso", lleva al mejoramiento de los procesos que Pérez & Camargo (2004) lo tratan de definir como "una de las herramientas más utilizadas por las organizaciones no sólo con el fin de aumentar la calidad de sus productos o servicios y satisfacer a plenitud las necesidades de sus clientes, sino para autoevaluar continuamente sus factores clave competitivos e identificar oportunidades de mejora. Además, los procesos de mejoramiento pueden aumentar las posibilidades de incrementar resultados financieros y operativos a las empresas que lo utilizan."

### *La distribución como proceso logístico*

Para abarcar este tema primero se conceptualizara a la logística y la cadena de suministro (SCM por sus siglas en ingles) para luego vincularlo con la definición de distribución.

<sup>1</sup>Ing. Ociel Ortega Rodríguez, Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, oortegal6@gmail.com

<sup>2</sup>M.C. Hilda Flores Flores, Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, hildaflores2503@hotmail.com

<sup>3</sup>Lic. Veronica Avendaño Pérez, Docente de asignatura del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, [vero.avendaño@gmail.com](mailto:vero.avendaño@gmail.com)

<sup>4</sup>C. Javier Alba Rodríguez, alumno de Ingeniería en Logística del Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco.

La logística es la parte de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente (Ballou, 2004). Mientras que la administración de la cadena de suministros encierra la esencia de la logística integrada, abarcando todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Los materiales e información fluyen en sentido ascendente y descendente en la cadena de suministro. (Ballou, 2004). Entonces tomando como referencia estas dos definiciones y comprendiendo que la cadena de suministro abarca todas las actividades relacionadas con el flujo de los materiales e información ya sea de manera ascendente o descendente, podemos entender que la distribución es todo aquello que comprende las actividades de expedición de los productos terminados o semi-terminados a los distintos mercados constituyendo un nexo entre las funciones de producción y de comercialización (Monterroso, 2000). La definición de Monterroso es un puente de conexión magnífico entre distribución y cadena de suministro ya que comprende el flujo de materiales de manera descendente hacia la comercialización del producto.

Sin duda la distribución se puede realizar en diversos tipos de transporte, y puede o no realizar paradas en distintos nodos hasta llegar al consumidor final, lo que construirá una red de distribución y transporte. Estrada (2007) en su tesis de grado comenta que “la configuración de la red de transporte condiciona los costes de distribución de la mercancía así como la planificación y organización temporal de la cadena de suministro de los productos al mercado”.

Existe dos tipos de redes de distribución: las tradicionales y las subcontratadas. Las tradicionales son aquellas en las que empresa organiza y gestiona su propia red de transporte, de forma que realiza los envíos de transporte desde un número limitado hasta cada cliente o mercado, este tipo de red dice él son ineficientes por tres razones: 1. Por sus asimetrías en los envíos, 2. Por su variación temporal y 3. Por los costos de inversión para los vehículos y sus recursos. La red de distribución subcontratada, trabaja para varias empresas, por lo que una ruta podrá ser compartido por varios clientes, consolidando la carga haciéndola más factible el uso de vehículos de gran capacidad y con costes unitarios menores (Ibíd:2007).

Según datos de la Revista Logistec (2012) los costos de transporte son los más representativos con un 30% a 60% del total de los costos logísticos, lo que obliga a crear nuevas estrategias y métodos de distribución que agreguen valor para el cliente.

En su libro Fundamentos de la Administración, Amaru (2009) hace mención de la metodología fundamental para la mejoría de los procesos a través de su rediseño, la cual consta de tres sencillos pasos: 1. Analizar, 2. Identificar los puntos débiles y 3. Proponer un diseño o formato más eficiente.

#### *Optimización de rutas.*

Ligado al tema de las redes de distribución está el de optimización de rutas, el cual es concebido como una estrategia que comprende aquellas acciones que contribuyen a la mejora de la función de la distribución, bien sea en términos de nivel de servicio, mejora de la calidad, reducción de costos, etc., y que guarda relación con los tres niveles de decisión, estratégico, táctico y operativo.

Es precisamente que con incremento en los precios del combustible y el aumento de los niveles de exigencia en las relaciones cliente-proveedor han situado a la logística como un elemento clave dentro de las estrategias de las empresas (Odette, 2009). Por lo anterior el combustible y lubricantes, neumáticos, mano de obra de conducción, mantenimiento que está integrado por los repuestos y mano de obra de mantenimiento, depreciación de la unidad, seguros y otros costos vinculados con la tenencia y circulación de los vehículos están relacionados con el costo al que se enfrentan los operadores del transporte ya que comprende el conjunto de recursos aplicados en la producción del servicio de transporte.

#### *El consumo del combustible*

Correa, Cogollo y Salazar (2010) realizaron un estudio sobre la conducción eficiente como una técnica que ayuda a reducir el consumo del combustible, en el mencionan que “la importancia del rendimiento de combustible como variable respuesta radica en el hecho de que es necesario investigar los efectos de los diferentes factores técnicos y/u operacionales que afectan el consumo de combustible, con el fin de generar estrategias orientadas a reducirlo y, por ende, lograr una significativa reducción en los costos, dado que aproximadamente el 30% de los costos totales en el ciclo de vida de un vehículo de transporte de carga pesada corresponden a los costos de combustible”, de igual forma comentan que el combustible puede representar hasta el 63.9% de los costos operativos variables de una flota de transporte terrestre de carga pesada en Colombia; por lo tanto, es un factor crítico en programas de mejoramiento de la productividad en las empresas dedicadas

a este tipo de negocios. Igualmente en su proyecto calcula el rendimiento del combustible a razón de la cantidad de kilómetros recorridos por galón de combustible consumido (KPG).

### Metodología

En la realización de esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo, es decir un enfoque matemático, para poder determinar de manera clara y precisa los beneficios que se están obteniendo por la correcta aplicación de analizar rutas, en comparación con períodos anteriores en los que no se tenía nada implementado.

El primer paso para detectar con mayor claridad las pérdidas que la empresa tiene por el desconocimiento de consumo de combustible generados por el transporte, fue calcular el consumo aproximado para las rutas de Apizquito, El Tetel, Tlaxco, Emiliano Zapata y Lázaro Cárdenas, así como los tiempos improductivos que tenían los operarios durante la entrega de los materiales para alguna de las sucursales, todo esto utilizando Microsoft Excel.

Una vez hecho este análisis, se compararon los consumos por cada ruta pero con distinto operador, esto fue para determinar los cambios de consumo que había entre cada conductor con la misma unidad.

Determinados todos los cálculos, y al notar las probables pérdidas de combustible y de tiempo durante el transcurso de una entrega a alguna de las sucursales, se enfocó a las rutas que tenían mayor diferencia de consumo y tiempo en la relación unidad-conductor, esto con el fin de reducir las dos variables analizadas y con ello lograr la disminución de los gastos generados por consumo de combustible en el flete.

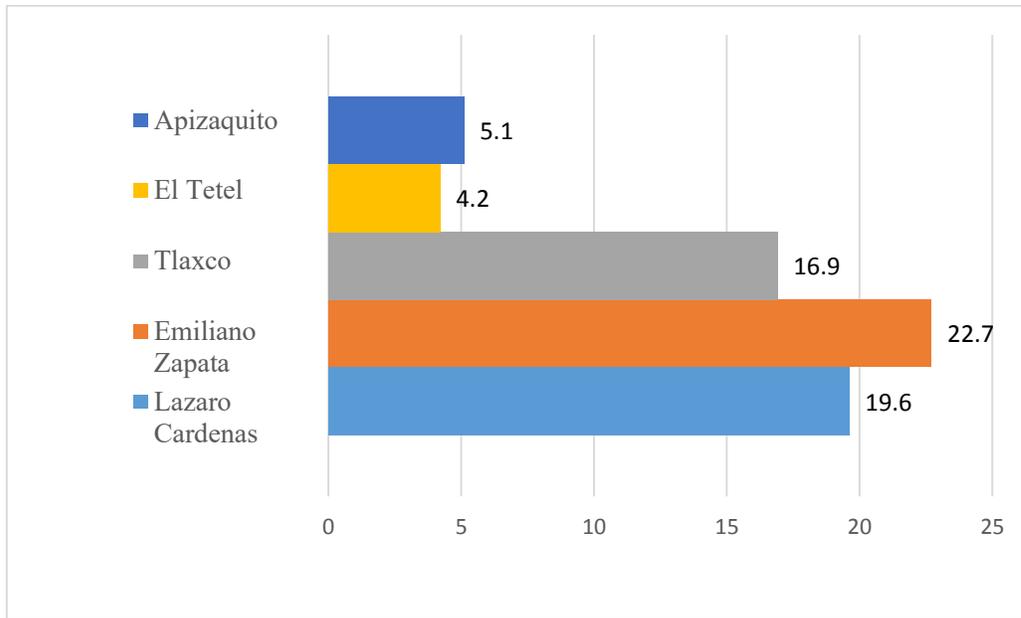
La propuesta inicial, se basa en la elaboración de una hoja electrónica de verificación en donde se indique el tiempo promedio que tiene que tardar cada operario en la ruta en cuestión, así como los consumos aproximados dependiendo de la unidad, esta hoja presenta la particularidad de que en caso que no se cumpliera con alguno de los requisitos antes mencionados. En automático dirá que cumplió con lo que se ha establecido señalando con color VERDE o que ha fallado con un color ROJO.

Desde esta óptica, el formato tiene como función extra, planear el tiempo de las rutas antes de que lleguen las unidades a la matriz, además de ayudar a disminuir en un 12% el costo mensual por compra de combustible. Todo esto basado en los cálculos realizados y a la información recopilada.

La implementación de esta investigación se vio reflejada en el ahorro de combustible gracias a la reducción en el consumo promedio que cada conductor tenía antes de efectuar un control en la empresa, y el decremento que hubo y sigue habiendo posterior a la implantación de esta investigación.

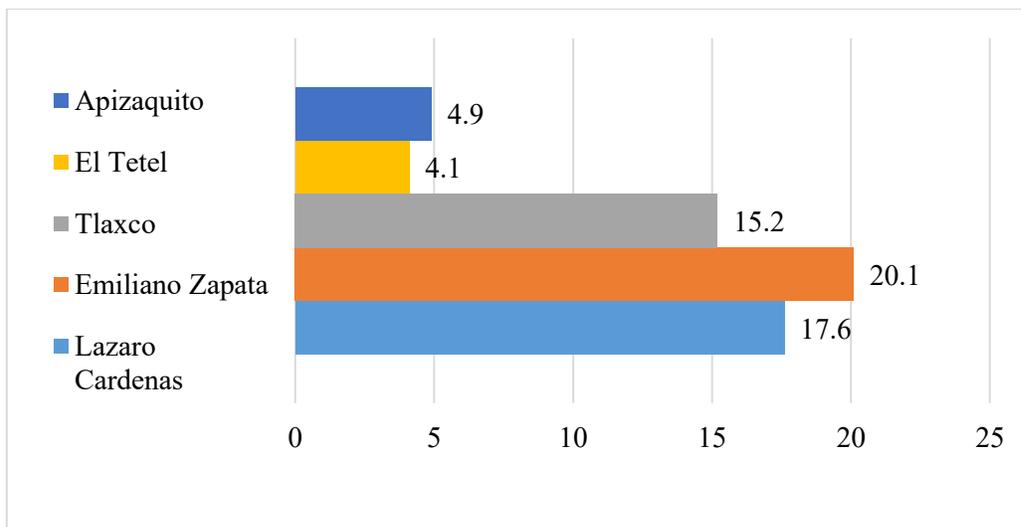
Los primeros beneficios que se tuvieron en la relación de consumo de combustible-conductor-unidad fue; la reducción de tiempo que se hacían para cada ruta, y con ello la reducción en los gastos generados por excesivo consumo de combustible que cada operador tenía

En la gráfica 1, se presentan las cifras de consumo de combustible por cada una de las cinco rutas estudiadas, mostrando que para la ruta Apizaquito se consumía un promedio de 5.1 litros por la ruta, la de El Tetel 4.2 lt siendo éste el que representa un menor consumo de combustible y finalmente el de la ruta de Emiliano Zapata con un consumo promedio de 22.7 lt.



Grafica 1. Consumo de combustible previo al proyecto.

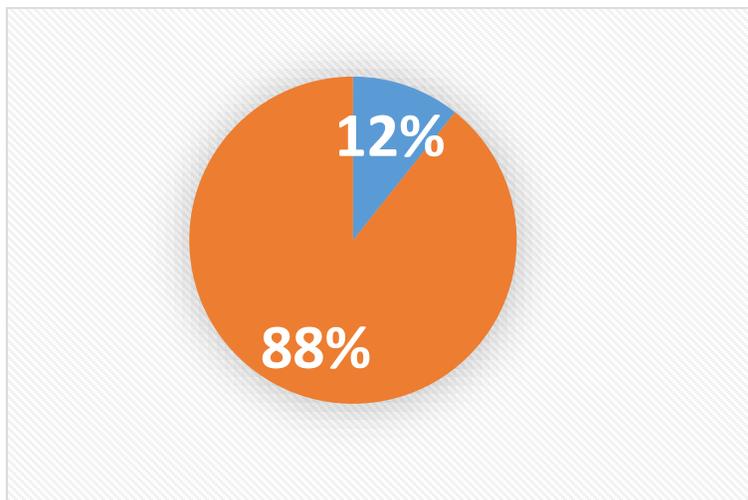
En la gráfica 2, se muestra la reducción de que se tuvo por el correcto uso y aplicación de la hoja electrónica de verificación ya que se disminuyó el consumo de combustible, en comparación con el que se tenía al iniciar la investigación obteniendo un ahorro aproximado de 6.6 litros sumado entre las 5 rutas que se presentaron en las gráficas anteriores lo cual significaría un costo de 85.5 pesos (con un precio de \$12.95 por litro de combustible).



Grafica 2. Consumo de combustible después del proyecto.

La cantidad de dinero que presentamos como ahorro en base al proyecto equivale a un 12% del costo total trimestral empleado para la compra de combustible, lo que el equipo considera que es un buen resultado, además de que se mejoró la eficiencia con la que los empleados entregan los pedidos ya que su forma de conducir, podemos decir, ahora es la correcta.

En la gráfica 3 se representa el ahorro que tiene la empresa por la implementación del proyecto en base al gasto total trimestral por combustible, con un 12% de ahorro para la empresa este resultado no sólo representa un ahorro económico, sino además un beneficio para el medio ambiente.



Gráfica 3. Ahorro de combustible.

### Conclusiones y Recomendaciones

Se logró un ahorro del combustible del 12% con respecto al total de gastos generados por el flete de mercancías en las diferentes sucursales del estado, lo que trae como consecuencia una ventaja competitiva al reducir el costo de distribución, a su vez se logró llevar un control formal del recorrido de las rutas para evitar el desvío de los conductores lo que al no existir anteriormente ocasionaba gastos innecesarios y variados entre los diferentes conductores. Actualmente con tal control se tiene planificado y medido el consumo de combustible aproximado por cada ruta.

Entre las recomendaciones acerca del proyecto se podría continuar con la realización de un análisis sobre los hábitos de manejo de los conductores con el objetivo de continuar con la disminución en el consumo de combustible. Así mismo implementar un control de tiempos de entrega que permita elevar el nivel de satisfacción del cliente con un enfoque just in time.

### Referencias

- Amaru, A. C. (2009). *Fundamentos de Administración. Teoría general y proceso administrativo*. México: Pearson Educación.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Mexico: Pearson Educación.
- Camargo, G. P. (2004). Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando en enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. *Revista Universidad EAFIT*, 47. Obtenido de [http://dateca.unad.edu.co/contenidos/102030/DOCUMENTOS\\_AVA/UNIDAD\\_1/ReferenciasComplementarias/REVISTA\\_OyM.pdf](http://dateca.unad.edu.co/contenidos/102030/DOCUMENTOS_AVA/UNIDAD_1/ReferenciasComplementarias/REVISTA_OyM.pdf)
- Correa Espinal, A. A., Cogollo Flórez, J. M., & Salazar López, J. C. (2010). Evaluación del efecto de la conducción eficiente en el consumo de combustible en vehículos de transporte de carga pesada usando diseño de experimentos. *Scielo.org*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552010000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552010000100007&script=sci_arttext)
- Estrada. (2007). *Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería*. Obtenido de [http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6625/03MER\\_Capitol1.pdf?sequence=3](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6625/03MER_Capitol1.pdf?sequence=3)
- Lucenay, V. M. (2010). Organization Development Quality Improvement Process: Progress Energy's Continuous Business Excellence Initiative. *Journal of Business Case of studies*.
- Monteroso, E. (2000). El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento. Obtenido de <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/logistica.pdf>
- Odette. (2009). *Técnicas para la optimización de rutas de transporte y distribución*. Obtenido de [http://www.odette.es/SGC/downloads/CAM/Vigilancia\\_Tecnologica\\_Tecnicas\\_Optimizacion\\_Rutas.pdf](http://www.odette.es/SGC/downloads/CAM/Vigilancia_Tecnologica_Tecnicas_Optimizacion_Rutas.pdf)

## Control de un motor con lógica difusa.

Ing. José Saúl Ortiz Pacheco<sup>1</sup>, Dr. Rafael Ordoñez Flores<sup>2</sup> y  
Dr. Roberto Morales Caporal<sup>3</sup>

**Resumen**— Los sistemas difusos se emplean en diferentes áreas de la industria. En el siguiente artículo, se presenta la simulación de un esquema de control de velocidad de un motor, empleando el método de inferencia Mamdani empalmándolo con un PID para realizar el control por medio de un PWM y un IGBT, se observara cómo reacciona la velocidad y la corriente, para corregirlas.

**Palabras clave**—Control Difuso, Velocidad, Motor, Simulación.

### Introducción

La mitad de los controladores industriales que se usan hoy en día utilizan esquemas de control PID o PID modificado. Se han desarrollado métodos automáticos de sintonización y algunos de los controladores PID poseen capacidad de sintonización automática en línea. Actualmente se usan en la industria formas modificadas del control PID. La utilidad de los controles PID estriba en que se aplican en forma casi general a la mayoría de los sistemas de control. En particular, cuando el modelo matemático de la planta no se conoce y, por lo tanto, no se pueden emplear métodos de diseño analíticos, es cuando los controles PID resultan más útiles. En el campo de los sistemas para control de procesos, tal vez en muchas situaciones específicas no aporten un control óptimo (Katsuhiko, 1987).

Por otro lado la lógica difusa usa otros aspectos. Por ejemplo se considera a una persona como alta si mide más de 1.80mts, pero de igual forma se considera a una persona como alta si mide 1.7999mts. Esta consideración no existe en la lógica tradicional que utiliza demarcaciones estrictas para determinar pertenencia en sets:

La lógica difusa es una extensión de la lógica tradicional que utiliza conceptos de pertenencia de sets más parecidos a la manera de pensar humana. El concepto de un subset difuso fue introducido por L.A. Zadeh (1965) como una generalización de un subset exacto (crisp subset) tradicional. Los subsets exactos usan lógica Booleana con valores exactos como por ejemplo la lógica binaria que usa valores de 1 o 0 para sus operaciones.

La lógica difusa no usa valores exactos como 1 o 0 pero usa valores entre 1 y 0 (inclusive) que pueden indicar valores intermedios (Ej. 0, 0.1, 0.2, ..., 0.9, 1.0, ...etc). La lógica difusa también incluye los valores 0 y 1 entonces se puede considerar como un superset o extensión de la lógica exacta.

Como lo menciona Altrock (1999) en los últimos años los sistemas difusos se han venido consolidando como una herramienta útil para tratar y modelar sistemas complejos y no lineales especialmente en áreas como el control.

### Marco teórico

*Reglas de Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID.*

Control PID de plantas. Si se puede obtener un modelo matemático de la planta. Si la planta es tan complicada que no es fácil obtener su modelo matemático, tampoco es posible un método analítico para el diseño de un controlador PID. En este caso, se debe recurrir a procedimientos experimentales para la sintonía de los controladores PID (Katsuhiko, 1987).

El proceso de seleccionar los parámetros del controlador que cumplan con las especificaciones de comportamiento dadas se conoce como sintonía del controlador. Ziegler y Nichols sugirieron reglas para sintonizar los controladores PID basándose en las respuestas escalón experimentales o en el valor de  $K_p$  que produce estabilidad marginal cuando sólo se usa la acción de control proporcional. Las reglas de Ziegler-Nichols, son muy convenientes cuando no se conocen los modelos matemáticos de las plantas. Tales reglas sugieren un conjunto de valores de  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  que darán una operación estable del sistema, el control PID se observa en la figura 1.

<sup>1</sup> Ing. José Saúl Ortiz Pacheco es estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de México, Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. [pacheco\\_432@hotmail.com](mailto:pacheco_432@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dr. Rafael Ordoñez Flores es Profesora de Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Apizaco, México [rafael.ordonezf@gmail.com](mailto:rafael.ordonezf@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Roberto Morales Caporal es Profesora de Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Apizaco, México [moralescaporal@hotmail.com](mailto:moralescaporal@hotmail.com)

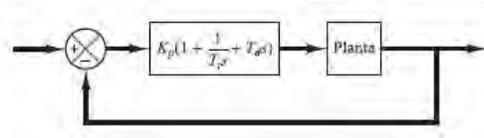


Fig. 1. Control PID de una planta.

Ziegler y Nichols propusieron reglas para determinar los valores de la ganancia proporcional  $K_p$ , del tiempo integral  $T_i$  y del tiempo derivativo  $T_d$ , basándose en las características de respuesta transitoria de una planta dada. Tal determinación de los parámetros de los controladores PID o sintonía de controladores

La respuesta de la planta a una entrada escalón unitario se obtiene de manera experimental (Figura 2). Si la planta no contiene integradores ni polos dominantes complejos conjugados, la curva de respuesta escalón unitario puede tener forma de S (Figura 3). Este método se puede aplicar si la respuesta muestra una curva con forma de S. Tales curvas de respuesta escalón se pueden generar experimentalmente o a partir de una simulación dinámica de la planta.

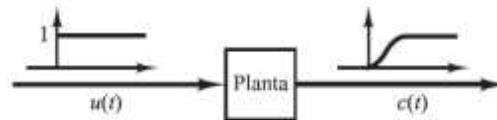


Fig. 2. Respuesta de escalón unitario de una planta



Fig. 3. Curva de respuesta en forma de S.

La curva con forma de S se caracteriza por dos parámetros: el tiempo de retardo  $L$  y la constante de tiempo  $T$ . El tiempo de retardo y la constante de tiempo se determinan dibujando una recta tangente en el punto de inflexión de la curva con forma de S y determinando las intersecciones de esta tangente con el eje del tiempo y con la línea  $c(t)=K$ , tal como se muestra en la Figura 3. En este caso, la función de transferencia  $C(s)/U(s)$  se aproxima mediante un sistema de primer orden con un retardo del modo siguiente:

$$\frac{C(s)}{U(s)} = \frac{K e^{-Ls}}{Ts + 1} \quad 1$$

Ziegler y Nichols (1943) sugirieron establecer los valores de  $K_p$ ,  $T_i$  y  $T_d$  de acuerdo con la fórmula que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Regla de sintonía de Ziegler-Nichols basada en la respuesta escalón de la planta.

Tipo de controlador	$K_p$	$T_i$	$T_d$
P	$T/L$	$\infty$	0
PI	$0.9 T/L$	$L/0.3$	0
PID	$1.2 T/L$	$2L$	$0.5L$

El controlador PID sintonizado mediante el primer método de las reglas de Ziegler-Nichols produce

$$G_c(s) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) = 1.2 \frac{T}{L} \left( 1 + \frac{1}{2Ls} + 0.5Ls \right) = 0.6T \frac{\left( s + \frac{1}{L} \right)^2}{s} \quad 2$$

Por tanto, el controlador PID tiene un polo en el origen y un cero doble en  $s=-1/L$ .

*Sets difusos y funciones de membresía.*

La ventaja de este controlador es que no se necesita un modelo exacto del proceso a controlar y no se necesita tampoco la linealidad del sistema a controlar. Este está basado en reglas lingüísticas del tipo Si...Entonces, como funciona la lógica humana (Cleland 1996).

Teniendo un posible rango de valores el cual se llamará U, por ejemplo  $U=R^n$ , donde  $R^n$  es un espacio de n dimensiones, a U se le denomina universo de discurso. En U se tendrá un conjunto difuso de valores llamado F el cual es caracterizado por una función de pertenencia  $\mu_f$  tal que  $\mu_f: U \rightarrow [0,1]$ , donde  $\mu_f(u)$  representa el grado de pertenencia de un u que pertenece a U en el conjunto difuso F.

Asumiendo que X es un set, un set difuso A en X es asociado con una función característica:  $\mu_A(x)$   $\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1]$ .

La función característica es típicamente denominada función de pertenencia (membership function).

Si X es una colección de objetos en el cual  $x \in X$ , un set difuso es un mapa  $\mu_F(x) : X \rightarrow [0, \alpha]$ , en el cual a cada valor x la función  $\mu_F(x)$  le asigna un numero entre los valores 0 a  $\alpha$ . • El set difuso es el set de pares ordenados:  $A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\}$

Función de pertenencia (o membresía).El valor asignado por  $\mu_F(x)$  corresponde al grado en el cual el valor x tiene el atributo F. Visto de otra manera la función  $\mu_F(x)$  nos indica cual es el grado de pertenencia de x al atributo F. La función  $\mu_F(x)$  se llama la función de pertenencia del atributo F. La función tiene que ver con un grado de ambigüedad sobre la característica de la variable que se está midiendo pero no es una probabilidad.

Para el caso de este artículo se usara la función de membresía triangular (figura 4) y trapezoidal (figura 5).

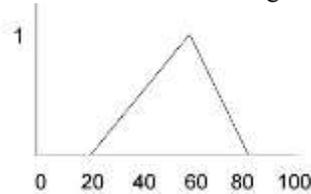


Fig. 4. Función de membresía triangular.

$$\text{Triangular}(x; a, b, c, ) = \max \left( \min \left( \frac{x - a}{b - a}, \frac{c - x}{c - b} \right), 0 \right) \quad 3$$

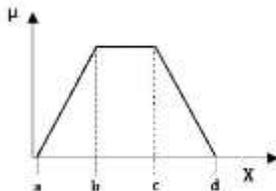


Fig. 5. Función de membresía trapezoidal.

$$\text{Trapexoidal}(x; a, b, c, d) = \max \left( \min \left( \frac{x - a}{b - a}, 1, \frac{d - x}{d - c} \right), 0 \right) \quad 4$$

Término lingüístico. Es una palabra que en el dominio de un determinado lenguaje de uso humano es empleado para hacer referencia a un conjunto difuso implícitamente definido sobre un determinado universo de discurso. En este caso utilizaremos 2 términos para las entradas Velocidad del motor (figura 6) y error (figura 7) y uno para la salida (Figura 8).

Variables Lingüísticas. Es una variable cuyos términos se representan mediante términos lingüísticos. El significado de estos términos lingüísticos se determina mediante conjuntos difusos. Proporcionan una transición gradual de estados. Tienen capacidad para expresar y trabajar con observaciones y medidas de incertidumbre. Una variable lingüística se caracteriza por (fórmula 5):

$$(v, T, X, g, m) \quad 5$$

Donde:  $v$ : es el nombre de la variable.  $T$ : es el conjunto de término lingüístico de  $v$ .  $X$ : es el universo de discurso de la variable  $v$ .  $g$ : es una regla sintáctica para generar términos lingüísticos, y  $m$ : es una regla semántica que se asigna a cada término lingüístico  $t$  su significado  $m(t)$ , que es un conjunto difuso.

Se usan variables lingüísticas para analizar y modelar unos sistemas:

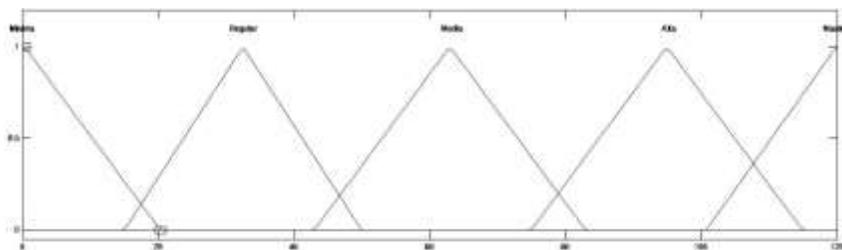


Figura 6. Velocidad del motor

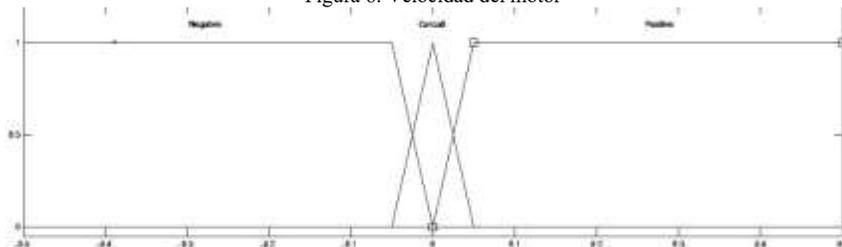


Figura 7. Error motor

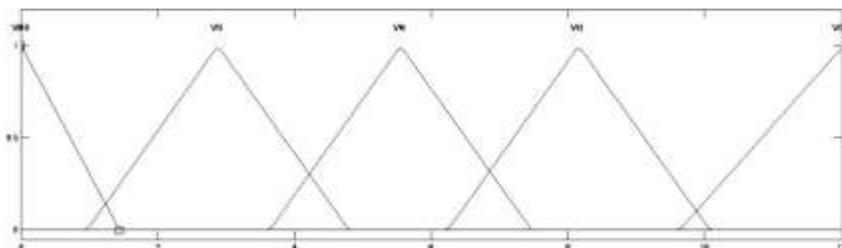


Figura 8. Salida

Para el caso  $X = \text{Velocidad del motor}$  (figura 6) se definen set difusos: “Mínima”, “Regular”, “Media”, “Alta”, “Máxima”. Para el caso  $X = \text{Error motor}$  (figura 7) se definen set difusos: “Negativo”, “Cerca 0” y “Positivo”. Para el caso  $X = \text{Salida}$  (figura 8) se definen set difusos: “VMB”, “VB”, “VM”, “VG”, “VGM”.

*Inferencia difusa.* Puede definirse como el proceso de obtener un valor de salida para un valor de entrada empleando la teoría de conjuntos difusos. La inferencia de tipo Mamdani es posiblemente el método más ampliamente utilizado. El proceso se realiza en cuatro pasos:

**Fuzzificador:** la entrada de un sistema de lógica difusa tipo Mamdani normalmente es un valor numérico proveniente, por ejemplo de un sensor; para que este valor pueda ser procesado por el sistema difuso se hace necesario convertirlo a un “lenguaje” que el mecanismo de inferencia pueda procesar. Esta la función del fuzzificador, que toma los valores numéricos provenientes del exterior y los convierte en valores “difusos” que pueden ser procesados por el mecanismo de inferencia. Estos valores difusos son los niveles de pertenencia de los valores de entrada a los diferentes conjuntos difusos en los cuales se ha dividido el universo de discurso de las diferentes variables de entrada al sistema.

**Evaluación de las reglas:** teniendo los diferentes niveles de pertenencia arrojados por el fuzzificador, los mismos deben ser procesados para generar una salida difusa. La tarea del sistema de inferencia es tomar los niveles de pertenencia y apoyado en la base de reglas generar la salida del sistema difuso.

**Agregación de las salidas de las reglas:** La base de reglas es la manera que tiene el sistema difuso de guardar el conocimiento lingüístico que le permite resolver el problema para el cual ha sido diseñado. Estas reglas son del tipo IF-THEN.

Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos pares, el antecedente y el consecuente (figura 9).

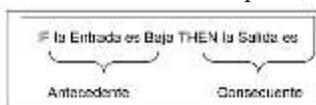


Figura 9. Estructura de una regla difusa

En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas. La figura 10 muestra la matriz de control para el control.

Vel.Motor / Error	Neg	Cerca 0	Pos
Min	VMB	VMB	VB
Reg	VMB	VM	VM
Med	VB	VG	VG
Ala	VM	VMG	VMG
Max	VG	VMG	VMG

Figura 10. Matiz de control.

Defuzzificación: la salida que genera el mecanismo de inferencia es una salida difusa, lo cual significa que no puede ser interpretada por un elemento externo (por ejemplo un controlador) que solo manipule información numérica. Para lograr que la salida del sistema difuso pueda ser interpretada por elementos que solo procesen información numérica, se debe convertir la salida difusa del mecanismo de inferencia: este proceso lo realiza el defuzzificador:

El centro de gravedad:

$$Z_{COA} = \frac{\int_Z \mu_{A(z)} z dz}{\int_Z \mu_{A(z)} dz} \quad 6$$

Donde  $\mu_{A(z)}$  es el grado de pertenencia de z en A y A es el área resultante de la agregación de las partes consecuentes de las reglas de inferencia del sistema. Al ser el centro de equilibrio entre la distribución de los valores agregados, es el método más utilizado.

### Modelado

En la figura 11 se observa el modelado del control en Matlab, se utiliza un valor de referencia de 20 rad/seg antes de los 0.4 segundos la velocidad se regula, por lo que se puede concluir que el resultado es adecuado, La desventaja en la implementación de esta técnica es la alta carga computacional. Es por esto que los reportes de control difuso en accionamientos de motores son fundamentalmente en simulación (Uddin, 2003).

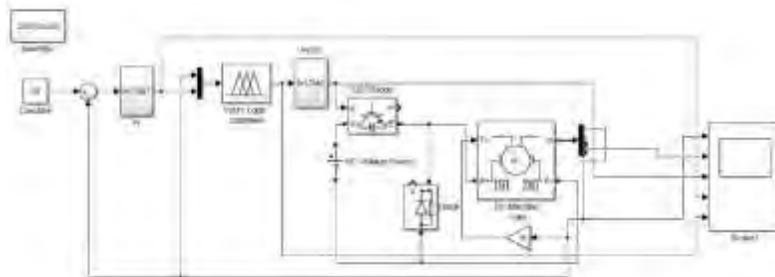


Figura 11. Simulación Matlab.

En la figura 12 se muestra el resultado del control difuso para cuando se tiene una velocidad de referencia de 20 rad/seg, en la figura se observa la velocidad y la corriente de salida.

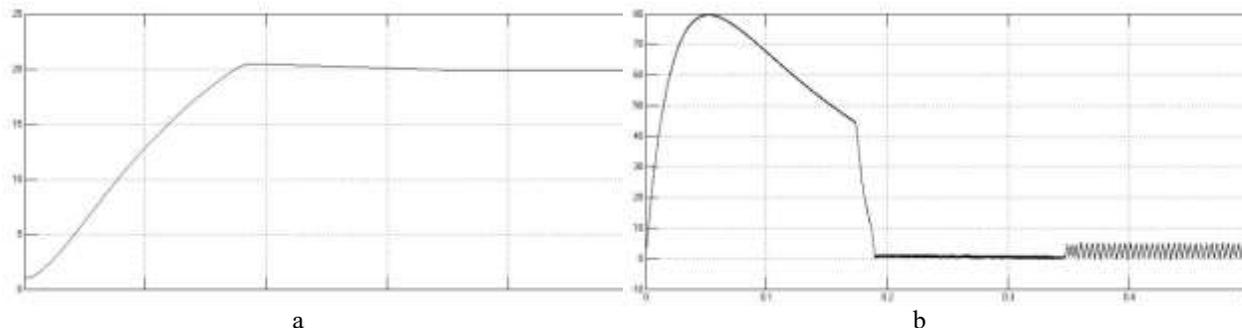


Fig.12. Velocidad (a) y corriente de salida (b).

En la figura 13 se observa el comportamiento del PWM referente a las señales de entrada del control PID y del sistema difuso. Como lo menciona Vass (1993) Cuando se trabaja con motores de grandes potencias la máquina de inducción es alimentada por un inversor a tiristores como fuente de voltaje modulado en ancho de pulso (PWM), cuya frecuencia de conmutación es baja, usualmente en el rango de 100 Hz - 1 KHz

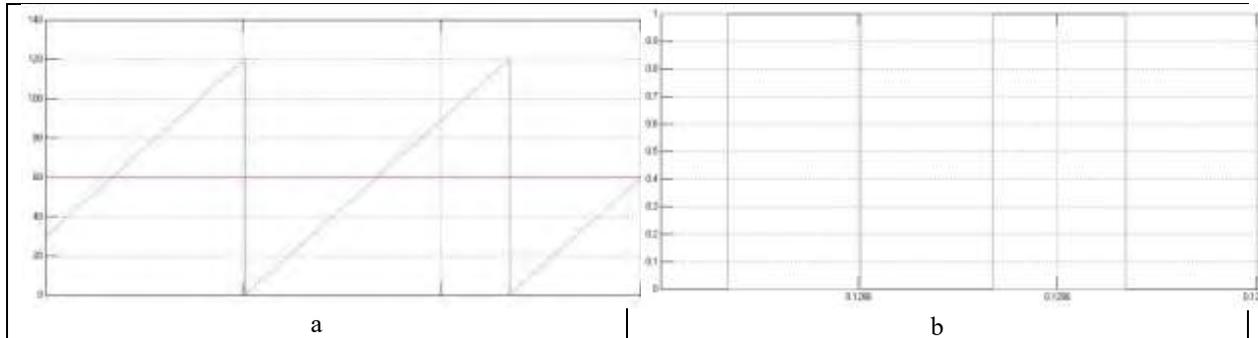


Fig.13.Diente de cierra (a) y PWM de salida hacia el IGBT (b).

### Comentarios Finales

La lógica difusa se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos altamente no lineales y cuando se envuelven definiciones y conocimiento no estrictamente definido (impreciso o subjetivo).

En cambio, no es una buena idea usarla cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución.

Para poder utilizar lógica difusa en el control de un motor al utilizar el IGBT se tuvo que sintonizar un PI y después general un PWM, el PWM se encargó de controlar el suicheo del IGBT, el acoplamiento fue un poco difícil, puesto que la simulación tardaba bastante en mostrar los resultados.

Los resultados fueron buenos y se llegó a los resultados esperados.

### Agradecimientos

El presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo brindado por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a al Instituto Tecnológico de Apizaco que brindo las facilidades para realizar los estudio de posgrado donde fue planteado el proyecto de investigación.

### Referencias

- Katsuhiko Ogata, *dinámica de sistemas*, Prentice-Hall, Edo. México DF, ISBN 968-880-074-0, 1987,
- L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets", *Information and control*, vol.8, pp 338-353, 1965.
- Cornel Lemus, *Simulación de Sistema difuso para el control de velocidad de un motor de CD*, I.S.C., Memoria del 3er congreso de Computo AGECOMP, UAEM, Mexico, ISBN(e) 968-878-205-X, pp 25-34, 2004.
- Vass, P. *Vector Control of AC Machines*, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- Cleland, J. and W. Tumer: *Fuzzy logic Control of Electric Motor and Motor Drives Feasi-bility Study*. EPA/600/SR-95/175 April, On-Line, 1996.
- Uddin, M. N.; T. S. Radwan and M. A. Radhman: *Performances of Novel Fuzzy Logic Based Indirect Vector Control for Induction Motor Drive*. Faculty of Engineering and Applied Science, Memorial University of New Foundland, St. John's NF, Canada, On Line, 2003.
- Ziegler, J. G., and N. B. Nichols, «Process Lags in Automatic Control Circuits», *ASME Trans.* 65 (1943), pp. 433-44.

# Estudio de tiempos predeterminados para determinar la cantidad del recurso humano en el conteo cíclico demandado por la gestión de inventarios

Dr. Jesus Gonzalo Palacios Valerio<sup>1</sup>, M.C. Enrique Barron Lopez<sup>2</sup>,

**Resumen**— Dentro de los temas de actualidad relacionados con la aplicación de conceptos de ingeniería, nos encontramos con la solicitud de herramientas de análisis para desarrollarlas en la administración básica de la cadena de suministros, específicamente en una tarea de la parte de logística, es la gestión de inventarios. Lo cual es interesante utilizar métodos de tiempos predeterminados en el proceso de conteo cíclico, debemos producir un estándar de ingeniería para relacionarlo con el cuestionamiento de saber cuánto recurso humano demanda el proceso de conteo y cumplir con el apoyo a la confiabilidad del registro de inventario. Definiendo la cantidad de conteos, se genera la incertidumbre de definir los recursos necesarios, y cumplir con un nivel de confianza en su proceso.

**Palabras clave**—tiempos predeterminados, conteo cíclico, tiempo de ciclo, logística, inventario, suministros.

## Introducción

Una gestión eficaz de la cadena de suministros (SCM) brinda una ventaja competitiva para cualquier empresa, de acuerdo con el diccionario de APICS, la SCM está definida como el diseño, planeación, ejecución, control y monitoreo de las actividades de la cadena de suministro con el objetivo de crear valor en la red, construyendo una infraestructura competitiva, apalancamiento de logísticas a nivel mundial, sincronizando abastecimiento con demanda y midiendo el desempeño globalmente (APICS Diccionario, 13a ed. 2010). Dentro de la SCM está la logística, definida por Council of Supply Chain Management Professionals, como “el proceso de planeación, implementación y control de procedimientos para una transportación con flujo directo e inverso y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir los requerimientos del cliente” (CSCMP, 2013). Con base con estadísticas del Council of Supply Chain Management Professionals, en México el costo logístico asciende a 15%, mientras que en Estados Unidos el costo no rebasa el 10%, respecto a ventas. En cuanto a costos logísticos en las empresas, de acuerdo a lo publicado en la Agenda de Competitividad en Logística 2008-2012, en México, representan en promedio 12.6% de sus ventas, 40% de ese costo corresponde al costo del transporte, mientras que el 60% restante lo aportan los inventarios, procesamiento de pedidos, almacenaje y planeación de gestión de operaciones de transporte. El dato que correlaciona el estudio para determinar el número adecuado de recursos humanos que deben de efectuar una tarea importante en la gestión de inventarios es el proceso de conteos cíclicos, que además demanda de que este recurso contenga habilidades para que apoye al éxito del control de materiales en el tema de confiabilidad/exactitud en sus registros de inventarios.

## Descripción del Método

*Metodologías para el estudio de tiempos y movimientos y medición del trabajo.*

Primeramente tomando en consideración la definición de estudio de tiempos, “es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida, además considerar que “la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”. (Bryan Salazar López, 2012).

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo se muestran en la siguiente información, deberán seguirse en su totalidad cuando el objetivo de la medición sea fijar tiempos estándar (tiempo de ciclo).

<sup>1</sup> Dr. Jesus Gonzalo Palacios Valerio es Consultor, director de Programas en el capítulo profesional APICS EL PASO/JUAREZ, PTC-UACJ, El Paso, Tx. [jgpacios@yahoo.com](mailto:jgpacios@yahoo.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M.C. Enrique Barron Lopez es PTC en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [ebarron@uacj.mx](mailto:ebarron@uacj.mx)

<b>SELECCIONAR</b>	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
<b>REGISTRAR</b>	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
<b>EXAMINAR</b>	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
<b>MEDIR</b>	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
<b>COMPILAR</b>	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
<b>DEFINIR</b>	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Cuadro 1. Etapas sugeridas para establecer el método de trabajo que incluya su tiempo de ejecución. Fuente (www.ingenieriaindustrialonline.com) .

A continuación hacemos referencia a las opciones de medición del trabajo, las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son:



Figura 1. Opciones de formas de obtener el tiempo estándar de trabajo. Fuente (www.ingenieriaindustrialonline.com) .

Basándonos en las habilidades para aplicar las técnicas mencionadas anteriormente, particularmente por obtener la certificación en la aplicación de Maynard Operations Sequence Technique MOST, es la forma en que se desarrolla los conceptos de ingeniería de métodos. La aplicación de la técnica está basada en las bases, cuyo nombre se menciona como BasicMOST. La metodología utilizada está basada en tres conceptos:

1. Movimientos basados en la ejecución espacial por parte del recurso humano (general move).
2. Movimientos controlados por un mecanismo o dispositivo (controlled move).
3. Movimientos basados en el uso de herramientas (tool use move).

Conjuntamente utilizando los conceptos anteriores, aunado con las etapas sugeridas en el cuadro 1, definimos a que tareas relacionadas en la gestión de inventarios es donde se demanda la utilización del recurso humano, que es parte esencial del estudio de trabajo.

*Los conceptos en la gestión de inventarios adheridos a la logística.*

La concepción de la logística como concepto que maneje las actividades relacionadas con el movimiento y almacenamiento de manera coordinada, además de la percepción de la utilidad de la logística como generadora de valor agregado se remonta al año de 1844, cuando Jules Juvenel Dupuit, establece la idea de asociar comercialmente los costos de inventario por los costos de transporte. La metodología que sugerimos utilizar está basada en manejar los conceptos relacionados con el control de materiales dentro de una etapa importante de la cadena de suministros, que es la sección de inventarios, la cual se relaciona más directamente con actividades que formalizan la logística de obtener éxito en la metas establecidas por las empresas. Entonces una de ellas es la exactitud en sus registros de

inventarios, que dicha medición es de suma importancia para establecer la confianza en su sección de inventarios, donde drásticamente uno de los actores en que se ejecute esta acción lo más exitosamente es la utilización del recurso humano. Para lo anterior, desarrollamos la metodología para calcular la cantidad de personas necesarias para cumplir con las metas de confiabilidad en los registros de inventarios. Bien entonces está basada en la aplicación de las siguientes tareas:

1. Conocer el comportamiento de los materiales, definiendo un valor de ponderación en la etapa de almacenamiento, utilizamos en el procedimiento de ABC ANALYSIS.
2. Calcular la cantidad de conteos para cada uno de los materiales, considerando la información obtenida en el punto anterior, basado en el proceso de CYCLE COUNTING.

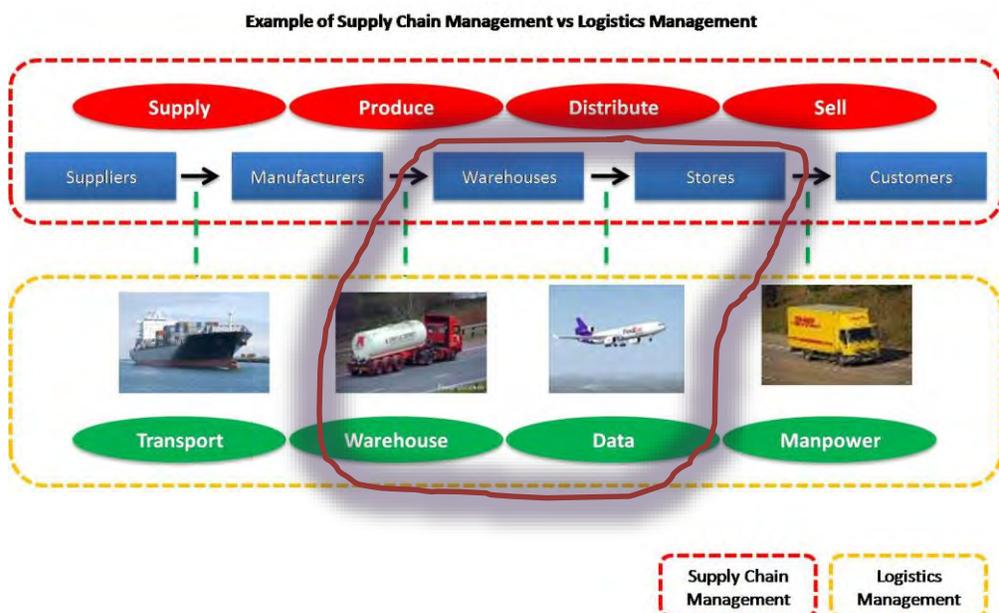


Figura 2. Actividad común en la SCM y logística, almacenes parte de la gestión de inventarios.

La figura anterior nos confirma que el trabajo de guardar los materiales en la sección de almacenes, está presente en la cadena de suministros y la logística, donde se requiere de varios recursos, como equipamiento, mecanismos, dispositivos, contenedores, estanterías y sobre todo el caso de estudio es la cantidad de seres humanos necesarios para desarrollar las tareas básicas en los almacenes, que comprende las siguientes:

- ✓ Receiving
- ✓ Inspecting
- ✓ Put-away
- ✓ Picking
- ✓ Packing
- ✓ Labeling
- ✓ Kitting
- ✓ Shipping
- **Cycle counting**
- ✓ Housekeeping

En la siguiente configuración presentamos las etapas que comprende el estudio desarrollado para el caso de responder a la parte administrativa la incógnita de cómo saber la cantidad apropiada de recursos humanos que deben de participar en el proceso de conteos cíclicos, como tarea de suma importancia en la logística de manejar con alto grado de confiabilidad la exactitud en los registros de inventarios en los almacenes.

Primeramente las bases de la investigación son las siguientes:

- 
 Tópicos para la administración de recursos (Resource Management)
  - ✓ Sistema de medición de trabajo (WMS)



Actividades	Frecuencia	Distancia (metros)	Tiempo asignado (segundos)/conteo
Operaciones	24		356.24
Transportes	16	98.4	240.32
Demoras	4		406.64
Toma de decisión	4		61.92
Totales	48	98.4	1065.12
Tiempo estándar por conteo			17 minutos 45 segundos

Cuadro 2. Resumen para calcular el tiempo consumido para el conteo de un material.

Finalmente agrupando las informaciones obtenidas anteriormente, las integramos en la siguiente formalidad de cálculos para definir el concepto en cuestión:

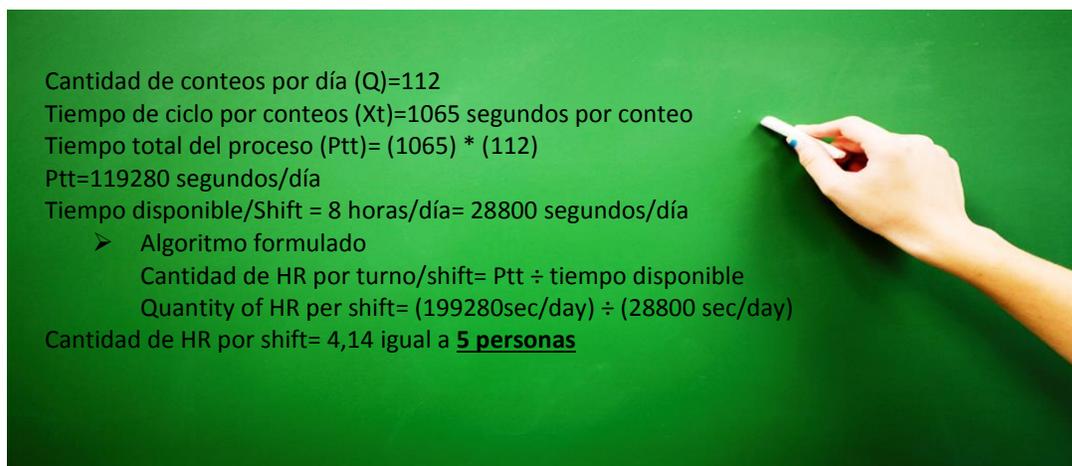


Figura 3. Formulación para conocer el dato demandado.

#### Resumen de resultados

La intención prioritaria del actual caso de estudio, en que la mayoría de las administraciones de materiales relacionadas con la etapa de gestión de inventarios, como tarea esencial en la logística y como sección que define el éxito en una cadena de suministros, desconocen como calcular el número demandado de personas para que lleven acabo la tarea de conteos cíclicos dentro de un almacén. Resumiendo, logramos encontrar un algoritmo básico que produzca un dato que satisfaga en responder al desconocimiento de la definición de contratar personal dedicado a las tareas del área de almacenamiento. Dicha formulación fue aplicada por diez empresas, específicamente en combinación por ingeniería y logística en sus almacenes, de las aproximadamente trescientas diez de la localidad. Debemos incluir las tolerancias, suplementos y holguras que se demanden al efectuar las tareas relacionadas con el estudio, estos cálculos son caso de estudio diferente al que obtuvimos.

#### Conclusiones

La combinación de los conocimientos otorgados en la ingeniería industrial, en la sección de métodos de trabajo apoya al estudio de movimientos y definición de tiempos para las actividades que demanda otra de las secciones de la especialidad, nos referimos a las teorías de control de inventarios, donde estas actualmente son demandadas en gran escala por la logística del negocio, específicamente en las áreas de almacenamiento, desde el suministro de materias primas hasta distribución de productos terminados. La obtención de este tipo de información fue recomendada en los ambientes de manufactura, específicamente en la industria de maquiladora situada en cd. Juárez, la estadística obtenida por el uso del algoritmo fue totalmente satisfactorio.

#### Recomendaciones

Proponemos que se desarrolle el estudio de tiempos y movimientos con otras técnicas de datos predeterminados, actualmente han demandado el análisis con las técnicas de MTM y MODAPTS. También extender la utilización al sector de servicios, en los ambientes farmacéuticos, almacenes de mayoreo y otros más. Extendemos la intención de continuar encontrando la aplicación de más conocimientos de ingeniería en los ambientes de logística y cadena de

suministros, como la sección de planeación, distribución y actualmente la utilización de las tecnologías de información.

### Referencias

Aft Lawrence S. Work Measurement and Methods Improvement 1st Edition 2000.

APICS The Association for Operations Management (2010). Diccionario (13va. ed.) Ed. John H. Blackstone Jr., Ph.D., CFPIM, Jonah's Jonah. Department of Management, Terry College of Business, University of Georgia.

Barnes, Ralph M. Motion and Time Study: Design and Measurement of Work 7th Edition 1980.

CSCMP glossary (2013). Council of Supply Chain Management Professionals. Recuperado (2014/09/25) de CSCMP glossary (2013). [http://cscmp.org/sites/default/files/user\\_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf](http://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf)

Criollo, Roberto, Estudio del trabajo; ingeniería de métodos y medición del trabajo, 2ª edición, México 2005.

K. B. Zandin, MOST Work Measurement Systems, 3rd Edition 2005.

Nebel y Freivalds, Ingeniería Industrial; métodos, estándares y diseño de trabajos, 11ª edición, México 2004.

Salazar López Bryan. 2012. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Salvendy Gabriel, MANUAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL Volumen I, Editorial Limusa, México 2005.

Reporte Económico de Maquiladoras (2014). Análisis económico de Banco BASE. Recuperado (2014/10/01) de Reporte Económico de Maquiladoras. <http://www.index.org.mx/adm/files/reporte.pdf>.

Zylstra, K. (2006). Lean distribution, applying lean manufacturing to distribution, logistics and supply chain. Estados Unidos: Published by John Wiley & Sons, Inc.

### Notas Biográficas

El **Dr. Jesus Gonzalo Palacios Valerio** es miembro profesional en las sociedades de APICS, IIE. Pertenece a la mesa directiva de APICS EL PASO/JUAREZ actualmente es el director de programas, propietario de JGPV OPERATIONS MANAGEMENT CONSULTING en USA. Consejero técnico fundador del CENEVAL para el EGEL en la IIS. Es profesor de la Facultad de IIT en la UACJ en el departamento de Ingeniería y Tecnología. Participación en AcademiaJournals desde 2010. Experiencia en la industria maquiladora por 17 años.

El **M.C. Enrique Barron Lopez** es profesor de tiempo completo en el departamento de Ingeniería Industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Miembro de APICS, y con la certificación CPIM. COORDINADOR DE LA ACADEMIA DE Ingeniería Industrial en la UACJ. Más de treinta años de experiencia en la industria maquiladora.

## Diseño del Software AGROFODA

Maria Petra Paredes Xochihua M.C.<sup>1</sup>, M.C. Eli Ramírez Vázquez<sup>2</sup>, M.S.C. Vianney Morales Zamora<sup>3</sup>  
Ca. M.A. Jesús López Muñoz<sup>4</sup> y Rafael Pérez Díaz<sup>5</sup>

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

**Resumen**— *El presente artículo presenta los aspectos considerados para el diseño de una aplicación informática que sirva de apoyo a los agricultores de la región, dado que su objetivo es brindar información en relación al proceso que implica la siembra con respecto a los cultivos: maíz, cebada, haba, trigo y frijol. Esta le proporcionara información detallada como lo es: la categoría a la que pertenece el cultivo, ciclo de cultivo, temperatura óptima para su desarrollo, tipo de suelo, profundidad de raíz, densidad de población, distancia entre plantas, requerimiento de riegos, plagas comunes, enfermedades, fertilizantes, entre otras características, el tratamiento que se le debe dar al terreno antes de iniciar la siembra, es decir, las labores culturales.*

*Le permitirá al usuario darse de alta como usuario ya que en un futuro se pretende que la aplicación de seguimiento a los cultivos que el agricultor registre, y así el agricultor podrá estar pendiente de sus cultivos, ya que a partir de la fecha de inicio de labores del terreno la aplicación generara mensajes de advertencia del siguiente proceso que le corresponde a su siembra.*

**Palabras clave**— *Cultivo, ciclo de cultivo, aplicación informática.*

### Introducción

Esta aplicación está enfocada para el sector agrícola con la finalidad de orientar a los agricultores en las labores de sus cultivos. Esta permitirá al usuario elegir un cultivo y en base a su selección se presentara una descripción de los datos generales del cultivo, desde la preparación que debe darle a su campo, y los cuidados de la siembra, así como también se planea dar un seguimiento a la cosecha, enviando alarmas al agricultor en base a la fecha que el haya indicado que inicio su siembra.

Actualmente existen otras aplicaciones enfocadas a la agricultura disponibles en el mercado, sin embargo; no existe alguna con datos de la región de San Martín Texmelucan, por mencionar algunas de estas, son: Aquadaia aplicación que se considera el primer recomendador de riego válido para particulares y profesionales, desarrollada en Android. Válido para todo tipo de cultivos y jardines: hortalizas, verduras, frutales, hierba, etc., permite tener un ahorro en el consumo de agua con una aplicación fácil de usar a la vez que precisa en sus recomendaciones. Aquadaia emplea el método de coeficiente dual para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo, lo cual permite determinar el balance hídrico con una mayor precisión, Detección automática de la estación meteorológica más cercana. Aquadaia utiliza modernas técnicas de minería de datos para integrar la información meteorológica procedente de diferentes fuentes automatizando así el seguimiento de los cultivos.

SIMA (Sistema Integrado de Monitoreo Agrícola) es una aplicación Android para monitoreo de plagas en cultivos. Permite registrar datos de malezas, insectos y enfermedades presentes en el cultivo. Además de almacenar estos datos, los mismos son procesados y contrastados con umbrales definidos que permiten diagnosticar la severidad de las plagas

<sup>1</sup> Maria Petra Paredes Xochihua M.C. es Profesora de Tiempo Completo de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [petrypx@hotmail.com](mailto:petrypx@hotmail.com) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> M.C. Eli Ramírez Vázquez es Profesor de Tiempo Completo de Ingeniería en Ambiental del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [elilu\\_2005@hotmail.com](mailto:elilu_2005@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.S.C. Vianney Morales Zamora es Profesora de Tiempo Completo de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [vimoza@hotmail.com](mailto:vimoza@hotmail.com)

<sup>4</sup> Ca. M.A. Jesús López Muñoz es Profesor de Tiempo Completo de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [nick\\_2064@hotmail.com](mailto:nick_2064@hotmail.com)

<sup>5</sup> Rafael Pérez Díaz es alumno de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Puebla. [rafael\\_perez.diaz@hotmail.com](mailto:rafael_perez.diaz@hotmail.com)

presentes.

Mi Cosecha es una aplicación móvil para que el agricultor pueda gestionar la recogida de aceituna desde el móvil. Para controlar la campaña de aceituna dispone de las siguientes herramientas de Gestión de portes de aceituna entregados en las almazaras diariamente, anotando rendimiento medio del olivar, kilogramos de aceituna recogidos y número de empleados entre otros que proporcionarán información de la temporada de aceituna en la que estamos trabajando.

## Metodología

Para la elaboración del software y diseño del mismo, se empleara la metodología de desarrollo de software Extreme Programming XP (Programación Extrema) la cual contempla las 5 fases de exploración, planeación, iteraciones, producción y mantenimiento. En el presente solo se describen las dos primeras, que conforman la parte del diseño.

### 1. Fase de exploración

En esta fase se realizaron entrevistas a los productores del municipio para identificar los cultivos más sembrados en la zona los cuales fueron: *maíz, cebada, haba, trigo y frijol*. Por lo que son, los que se consideran en esta primera etapa del diseño de la aplicación. Además permitió establecer algunos requerimientos funcionales conforme a las necesidades que los productores.

Se realizó investigación de cuáles son sus características del cultivo, el ciclo de vida para poder proporcionar al usuario una descripción de los datos generales del cultivo, la preparación que debe darse al campo y los cuidados de siembra. Para que posteriormente si se realiza el registro del mismo se le dé seguimiento al cultivo.

Al mismo tiempo, se realizó una exploración de las herramientas tecnológicas (hardware y software) con las que disponen para implantar el sistema y evaluar si cubren los requisitos mínimos necesarios. Se determinó emplear el sistema manejador de base de datos para MySQL para construir la base de datos y se programaron las interfaces en NetBeans IDE 7.4 en lenguaje Java.

### 2. Fase de planeación

En esta se identificó el orden de las prioridades de las funcionalidades señaladas por el usuario en las entrevistas, y se realizó la estimación del tiempo para el desarrollo de cada funcionalidad.

Algunas de las funcionalidades con las que contara el sistema son:

- Registro del cultivo y sus características.
- Registro de usuarios y administración de los mismos.
- Generación de mensajes de advertencia con respecto a los tiempos del cultivo.
- Registro de agroquímicos.
- Registro de cosechas
- Control de cultivos
- Registro de Enfermedades
- Respaldo de la base de datos

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran algunas de las pantallas de baja fiabilidad generadas para el sistema. La figura 1 presenta la interfaz de inicio, en donde se podrá seleccionar si se desea acceder a la información de cultivos, o bien registrar cosecha, visualizar los agroquímicos o bien las enfermedades de los cultivos. En la interfaz de enfermedades (ver figura 2), se presenta el nombre de la enfermedad, la descripción, el procedimiento para controlar la enfermedad, así como los cultivos a los que afecta. La interfaz de registro de cosecha genera un ID, solicita el nombre del cultivo, la fecha de registro y la variedad.



Figura 1. Pantalla de Inicio

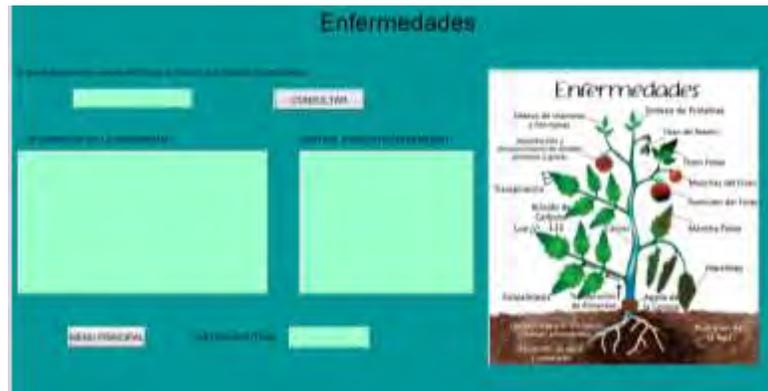


Figura 2. Pantalla de Enfermedades de cultivos



Figura 3. Pantalla de Registro de Cosecha



Figura 4. Consulta de cultivos

En cada uno de las interfaces se pueden actualizar los datos o en su caso eliminar, el sistema envía mensajes de confirmación de cada operación a realizar. Los datos ingresados en la interfaz de registro de cosechas son los necesarios para darle seguimiento al cultivo.

Las siguientes fases solo se describen de manera general lo que se contempla realizar.

### **3. Fase de iteraciones**

En esta se fase se realizaran diferentes iteraciones con cada una de los módulos o interfaces del sistema, con la finalidad de encontrar errores en el funcionamiento y en las relaciones que se establecen en un momento dado entre los campos que se relacionan entre las interfaces, al igual que para la generación del reporte. Esto permite que se tenga un óptimo desempeño.

### **4. Fase de producción**

En esta se fase se integrara el sistema y se generan varias pruebas antes de que se entregue al cliente, para que se tenga la seguridad del funcionamiento de cada una de los módulos que lo integran. Es decir, que el sistema esté realizando las operaciones: acceso de usuarios, alta, actualización, eliminación de información para mantener la información, de la manera en que lo desea cliente.

### **5. Fase de mantenimiento**

En esta se fase se requiera dar soporte a las tareas de los clientes, dado que en la fase de desarrollo o en la fase de producción se puede ver aumentado una vez que el usuario final interviene usando el sistema en tiempo real y datos reales. Esto ocasiona que nuevamente se realicen pruebas y se corrigieran posibles fallos, es decir, dar mantenimiento en la ejecución y confiabilidad al sistema, además de elaborar la documentación relacionada con el sistema.

## **Resultados**

La elaboración de la aplicación es con el objetivo de que sirva de guía en el proceso de cultivo de los agricultores, y contemple las principales necesidades del agricultor con la información necesaria e importante para mejorar y conllevar el proceso de cultivo y este software brindé la información consultada, es decir, las principales dudas que tengan para el desarrollo de sus cultivos.

El sistema será amigable con interfaces de fácil uso donde encontraran diversas herramientas como cultivos, este apartado les brinda la información según su necesidad aportando información suficiente para su mejor producción.

La información en este sistema será relevante de uso primordial llevando un control de todos los procesos que el agricultor realiza en base a su cultivo seleccionado creando registro adecuado de todas sus actividades realizadas y pendientes y generando alarmas de aviso de actividades pendientes y las que prosiguen en el proceso.

## **Conclusiones**

El impacto que tendrá en el sector productivo agrícola será beneficioso ya que les permite a los agricultores tener la información necesaria para realizar el proceso siembra-cosecha de diferentes cultivos en la región de San Martín Texmelucan, para obtener mejores rendimientos productivos.

El beneficio está enfocado para que los agricultores que tienen más de una parcela tengan un control automático de en qué fechas empezó a trabajar cada una de ellas y en qué proceso de labor de la siembra se encuentra ya que esta le irá enviando mensajes de advertencia para que recuerde la fecha próxima del siguiente proceso. Así tendrá un mejor control de los cuidados con la finalidad de obtener mejores cosechas.

## Referencias

- [1] Daia Intelligent Solutions.aquadaia. Fecha de consulta: 25 enero 2016, URL: <http://www.aquadaia.com/>
- [2] SIMA. Sistema Integrado de Monitoreo Agrícola. Fecha de consulta: 25 enero 2016, URL: <http://www.monitoreoagricola.com/>.
- [3] Mi cosecha 2.0. Fecha de consulta: 25 enero 2016, URL: <http://micosecha.iavanza.es/es/1/1/0/Inicio.html>
- [4] Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2007). Lección 28. Distancia de siembra. Fecha de consulta: 25 enero 2016, URL: [http://dateca.unad.edu.co/contenidos/201617/Contenido%20en%20linea/leccin\\_28\\_distancia\\_de\\_siembra.html](http://dateca.unad.edu.co/contenidos/201617/Contenido%20en%20linea/leccin_28_distancia_de_siembra.html)
- [5] OCW. UPM. (2009). Acción de la temperatura sobre la vegetación. Fecha de consulta: 25 enero 2016, URL: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-5/ACCION-DE-LA-TEMPERATURA-SOBRE-LA-VEGETACION.pdf>

## Notas Biográficas

La **M.C. Maria Petra Paredes Xochihua** es profesora investigadora con Perfil Deseable y pertenece al Cuerpo académico de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó sus estudios de postgrado en Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación en Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala, México. Ha participado como ponente en Congresos Internacionales de Investigación y regionales, con publicación de artículos en revistas arbitradas y de divulgación del área tecnologías de la información, sistemas de información, inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural y visión artificial.

El **M.C. Eli Ramírez Vázquez** es profesor investigador con perfil deseable en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó su Maestría en Ciencias Ambientales. Ha participado como ponente en Congresos Internacionales de Investigación y regionales, con publicación de artículos en revistas arbitradas y de divulgación

La **M.S.C. Vianney Morales** profesora investigadora y es Líder del Cuerpo académico de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Terminó sus estudios de Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. Con publicaciones regionales, nacionales e internacionales. Sus servicios de consultoría son en las áreas de Minería de datos, programación en SAS e Inteligencia artificial.

El **Ca. M.A. Jesús López Muñoz** es profesor investigador y pertenece al Cuerpo académico de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Es Candidato a Maestro en Administración en la Universidad Popular Autónoma del Estado Puebla.

**Rafael Pérez Díaz** es estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan.

## Desarrollo de control de un tractor autónomo

Ing. Fidel Paredes Xochihua<sup>1</sup>, M.S.C. Elmar Montiel Jiménez<sup>2</sup>, Ing. Martha Hernández Luna<sup>3</sup>

Instituto Tecnológico Superior de Libres

**Resumen**— *El control de procesos en los distintos rubros, es un factor muy importante en el desarrollo de nuevas tecnologías, el sector industrial primario juega un papel indispensable para el desarrollo económico internacional. La agricultura y su evolución día a día exigen mejoras en su producción, e innovación en las técnicas empleadas en el proceso de siembra, como es velocidad y ahorro del factor humano para la reducción de gastos por mano de obra, así como las diversas distracciones causadas por diversas situaciones generadas por el factor humano. La autonomía del proceso de siembra es vital para el desarrollo del sector agrícola, a mayor producción mayor ingreso económico, el gasto generado por el factor humano se reduce al incorporar tecnología, aumentando la velocidad y el tiempo de cosecha. El presente artículo se describe de manera breve el desarrollo del control para un tractor de siembra guiado por el sistema de posicionamiento global.*

**Palabras clave**— *control, robótica y móviles autónomos*

### Introducción

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Las ciencias y tecnologías de las que deriva podrían ser: el álgebra, los autómatas programables, las máquinas de estados, la mecánica o la informática. En el presente proyecto se analizó el diseño mecánico del dispositivo móvil, que permitiera un mejor control, en el proceso de siembra.

El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial.

Los robots móviles son dispositivos de transporte automático, es decir, una plataforma mecánica dotada de un sistema de locomoción capaz de navegar a través de un determinado ambiente de trabajo, dotado de cierto nivel de autonomía para su desplazamiento portando cargas. Sus aplicaciones pueden ser muy variadas y siempre están relacionadas con tareas que normalmente son riesgosas o nocivas para la salud humana, en áreas como la agricultura, en el transporte de cargas peligrosas o en tareas de exploración solitarias o cooperativas junto a otros vehículos no tripulados.

Los robots móviles tienen diferentes métodos de locomoción que cualquier vehículo construido por el hombre, terrestre, acuático y aéreo, pero este proyecto trata de un robot móvil terrestre lo cual nos limitaremos a los móviles con ruedas y con sistema de orugas. Por lo tanto los sistemas de control móviles terrestres dependerá del diseño y locomoción del mismo, tomando en cuenta la las necesidades para la su aplicación en la agricultura y su robustez en el ambiente se combina para el desarrollo de tecnología para este sector primario.

### Metodología

---

<sup>1</sup> Ing. Fidel Paredes Xochihua es Profesor de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior libres, Puebla. [fidelparedex@hotmail.com](mailto:fidelparedex@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.S.C. Elmar Montiel Jiménez es Profesor de Tiempo Completo de Ingeniería electromecánica del Instituto Tecnológico Superior Libres, Puebla. [pumandrin2@hotmail.com](mailto:pumandrin2@hotmail.com)

<sup>3</sup> Ing. Martha Hernández luna es Profesora de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior libres, Puebla. [zasgua@hotmail.com](mailto:zasgua@hotmail.com)

Se plantea seguir el siguiente procedimiento:



Figura 1 Esquema de secuencia del proyecto

### *Realizar la delimitación*

La delimitación de la operación de control nos brinda el enfoque para la manipulación del móvil de manera autónoma en su área de trabajo, y ser objetivos en la programación y elección de dispositivos de control y microcontrolador.

El área de trabajo será el posicionamiento y desplazamiento del móvil en un terreno de dimensiones regulares e irregulares. Con esto prototipo móvil permitirá realizar diversas pruebas, para la ubicación y desplazamiento, en terrenos con diversas dimensiones.



Figura 2 Desplazamiento del movil

### *Elección de dispositivos:*

El sistema que se ocupara combina hardware y software para obtener control autónomo de un modelo, basando el desarrollo de su tecnología en una fuente abierta de información. Esto permite la modificación de su software a las necesidades de los usuarios, pudiéndose compartir las soluciones que se pueden brindar al sistema. Este sistema de ARDUINO DUE, al ser una de las últimas versiones es aún una herramienta en desarrollo permitiendo la experimentación con su código



Figura 3 Diagrama de elementos.

#### *Diseño del prototipo:*

Es un proceso en que el trabajo modelado o prototipo se desarrolla con el fin de probar los diversos aspectos de diseño como las características, las ideas, la viabilidad, funcionalidad, rendimiento, para evaluar cuales son los mejores aspectos que debemos cubrir para un mejor desplazamiento.

#### *Programación de microcontrolador:*

La programación es extensa, debido a la habilitación de cada uno de los módulos y la lectura de la memoria dejando abierta la programación para realizar pruebas y modificaciones.

#### *Pruebas:*

Es donde los cambios identificados en el diseño técnico son implementados y probados para asegurar la corrección y completitud de los mismos con respecto a los requerimientos.

#### *Resultados*

Se obtuvo un móvil con la capacidad de realizar una movilidad de desplazamiento con ayuda de un sistema de posicionamiento global, al darle las coordenadas de referencia, así de manera autónoma realiza desplazamientos, en las diversas áreas de los terrenos deseados, brindando un soporte para realizar diversas aplicaciones y áreas de oportunidad del proyecto.



Figura 4 Prototipo móvil

#### *Conclusiones*

La importancia de desarrollar tecnología para las diversas áreas, como lo es la agricultura, es de vital importancia para el crecimiento de la producción y una mejor remuneración al sector agrícola, las herramientas que se brinden darán pauta a una mejor y controlada cosecha. Con este prototipo se da comienzo al desarrollo de nuevas etapas del proyecto como es, la siembra controlada, diseño de sembradoras.

El comienzo de desarrollo de una aplicación autónoma móvil nos brinda áreas de oportunidad en las cuales se intervienen la autonomía y la mejora de diversas actividades que retardan el proceso de la siembra debido a las jornadas

de trabajo, número de personas que interviene en dicha actividad.

### Referencias

[1] <https://robotica.wordpress.com/about/>

[2] <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sistemas-de-control-automatico.pdf>

### Notas Biográficas

El **ING. Fidel Paredes Xochihua** docente de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico superior de Libres, Puebla

El **M.S.C. Elmar Montiel Jimenez** docente de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico superior de Libres, Puebla Termino sus estudios de Maestría en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. Con publicaciones regionales, nacionales e internacionales.

La **ING. Martha Hernández Luna** docente de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico superior de Libres, Puebla.

# Implementación de 5's en el laboratorio metalúrgico de la empresa Fundidora Industrial de Tlaxcala S.A. de C.V.

Ing. Marco Antonio Parra Flores<sup>1</sup>, Ing. Alfredo González Apango<sup>2</sup>,  
T.S.U. Irvin Cuellar Vázquez<sup>3</sup>

**Resumen**— El proyecto se desarrolla en laboratorio metalúrgico, en el que se presentan problemas tales como acumulaciones de materiales innecesarios, tales como productos del proceso, desperdicios e insumos, desperdicio de tiempo en la búsqueda de material de herramientas, largos tiempos de preparación y de limpieza y poco trabajo en equipo.

Estos problemas provocaron que la alta gerencia busque soluciones para lograr alta competitividad en el mercado, se decidió empezar su proceso de mejora implementando la metodología 5's, en aquellas áreas críticas del proceso con el fin de lograr un ambiente de trabajo productivo, seguro y confortable que permita elaborar productos y brindar servicios de capacidad y en el tiempo establecido por el cliente.

**Palabras clave**— soluciones, competitividad, productivo, equipo

## Introducción

Día a día las empresas generan grandes cantidades de despilfarros en sus procesos productivos (equipos y maquinarias, insumos y materias primas, trabajo, tiempo, capacidad y conocimiento de los recursos humanos, etc.) debido a un inadecuado control de éstos y por la carencia de un método operativo bien definido, implementado y ejecutado.

Una de las formas en la que las empresas pierden competitividad y productividad es por re trabajos y desperdicios generados por falta de orden y limpieza en el lugar de trabajo, lo cual afecta directamente la situación financiera de las organizaciones.

Existen varias formas de eliminar los desperdicios anteriormente mencionados, una de estas formas es la metodología de las 5's, la cual tiene como objetivo el mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.

En la presente investigación, se tienen como objetivo desarrollar e implantar el sistema de 5's en el Laboratorio metalúrgico en la empresa Fundidora Industrial de Tlaxcala S.A. de C.V.

## Descripción del Método

### *Planteamiento de problema*

El problema de la empresa es el orden de sus herramientas y material de trabajo así como también los hábitos de que tienen los trabajadores al trabajar que afecta su bien estar y productividad en las jornadas de trabajo al no identificar rápidamente sus herramientas, no poner las cosas en su lugar, falta de limpieza a su área de trabajo.

Con la implementación de la metodología de 5's se reducirían los espacios y de limitación de áreas de trabajo como orden limpieza valores que no se tenían en cuenta por parte de los encargados de laboratorio metalúrgico.

### *Justificación*

Este proyecto se desarrollara en área de laboratorio metalúrgico que presenta problemas tales como acumulaciones de documentación, herramientas, polvo, lo cual propicia acumulación de documentos innecesarios, desperdicio de tiempo en la búsqueda de documentos, largos tiempos de preparación, de limpieza y poco trabajo en equipo.

Estos problemas provocaron que el encargado de laboratorios busque soluciones para evitar que poco a poco la dependencia vaya perdiendo competitividad en el servicio por lo cual se decidió empezar un proceso de mejora implementando la metodología 5's, en aquellas áreas críticas del proceso.

Por lo cual tiene como objetivo general implantar el sistema 5's dentro de las áreas más críticas del proceso con el fin de lograr un ambiente de trabajo productivo, seguro y confortable que permita brindar servicios de calidad y en el tiempo establecido en el proceso.

En la vivencia cotidiana algunos de estos objetos pueden presentar riesgo para la seguridad e integridad de los trabajadores que laboran en el laboratorio, otros son innecesarios, ocupan espacios útiles que saturan máquinas, archivos, escritorios y cajones, dificultando desplazamientos, ubicación de registros y material de trabajo, dilatando los tiempos de respuesta y cumplimiento de los fines del equipo de trabajo. Otro aspecto observado durante la jornada

<sup>1</sup> Ing. Marco Antonio Parra Flores es Profesor de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala, Huamantla, Tlaxcala.

[marcoparra@uttlaxcala.edu.mx](mailto:marcoparra@uttlaxcala.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Ing. Alfredo González Apango es encargado del laboratorio metalúrgico de la empresa Fundidora Industrial de Tlaxcala S.A. de C.V. México [lbeltran@teconoac.mx](mailto:lbeltran@teconoac.mx)

<sup>3</sup> El T.S.U. Irvin Cuellar Vázquez es estudiante de Ingeniería en Procesos y Operaciones Industriales. Huamantla, Tlaxcala. [vazquezcue94@gmail.com](mailto:vazquezcue94@gmail.com)

laboral, las dificultades para hallar o utilizar ciertos elementos, algunos de uso común, ya que su ubicación está determinada por un inventario, por tanto, cuando no se encuentra la persona, para acceder al elemento es imposible y en algunas ocasiones por las aglomeraciones de cosas en las máquinas, escritorios y puestos de trabajo.

*Objetivo General*

Aplicar la teoría 5's en laboratorio metalúrgico para reducir de necesidades de espacio, stock y almacenamiento, evitando la compra de materiales no necesarios y su deterioro, aumentando la productividad de los equipos y personas implicadas.

*Objetivos Específicos*

- 1.-Aplicar 5's en laboratorio metalúrgico para tener mejoras en sus pruebas.
- 2.-Reducir los costos de operación del laboratorio.
- 3.-Eficientar los espacios del laboratorio.
- 4.-Establecer mecanismos que permitan efectuar el seguimiento, evaluación y mejora.

*Alcance y limitaciones*

El presente proyecto se realizara en el Laboratorio metalúrgico en la empresa Fundidora Industrial de Tlaxcala S.A. de C.V. teniendo como limitante la constancia y disciplina del personal.

*Cronograma*

No.	ACTIVIDAD	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Capacitar al personal sobre la implementación de las 5s.			■	■													
2	Diagnostico de elementos innecesarios por puesto de trabajo.					■	■	■	■									
3	Identificación de los elementos innecesarios y áreas críticas (primera							■	■									
4	Jornada de eliminación y reubicación									■								
5	Inspección y verificación de cumplimiento 1'S										■							
6	Inspección y verificación de cumplimiento 2'S											■						
7	Jornada de Limpieza y Aseo												■					
8	Inspección y verificación de cumplimiento 3'S													■				
9	Formulación de estándares por puestos de trabajo (individual)														■			
10	Inspección y verificación de cumplimiento 4'S															■		
11	Inspección y verificación de cumplimiento 5'S																■	

Cuadro 1. Cronograma de actividades para la implementación de las 5's.

Las 5's es una metodología con la cual se logra reducir costos, seleccionando, eliminando, estandarizando las áreas de trabajo. Para que se pueda realizar esta metodología se requiere que todo el personal se involucre, que forme parte de esta cultura del orden y limpieza, no se requiere barrer más, se requiere ensuciar menos. Esta metodología fue elaborada por Hiroyoki Hirano, y se denomina 5S debido a las iniciales de las palabras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuk que significan clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

- Clasificación Significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo y lo que es innecesario y debe desecharse o retirarse.
- Orden Significa organizar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquier persona pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.
- Limpieza Significa limpiar suelos y mantener las cosas en orden, además de identificar las fuentes de suciedad e inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallas.
- Estandarización Significa que se mantiene consistentemente la organización, orden y limpieza mediante un estándar o patrón para todos los lugares de trabajo tanto productivos como administrativos. Esto implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.
- Disciplina Significa seguir siempre procedimientos de trabajo especificado y estandarizado.

Kleber et al (Octubre, 2006),

### *Implementación de la Metodología*

El procedimiento para la implementación de 5S's fue el siguiente:

Se realizó un recorrido por el área identificando las condiciones actuales del laboratorio, identificando las áreas de oportunidad, las cuales se describen a continuación:

1. Área sucia debido a que la puerta de acceso principal cuenta con una abertura permitiendo la entrada de polvo. Fig. 1



Figura 1. Puerta de acceso principal.

2. Objetos abandonados los cuales no pertenecían al laboratorio, objetos personales en los equipos. Fig.2



Figura 2. Objetos abandonados y personales.

3. Tablero eléctrico dañado, documentación desordenada. Fig.3



Figura 3. Tablero dañado y documentación desordenada.

## Resultados

### *Clasificar*

Como está establecido en la metodología lo primero que se tuvo que hacer fue clasificar las cosas, herramientas y material que se utilizan de las que no se utilizan,

Elementos descompuestos o dañados Si es necesaria y viable económicamente su reparación, de lo contrario se eliminarán. Elementos de más se desecharan. Objetos personales los personales, como ropa, mochilas, bolsas etc. deberán ubicarse en lugares propios, nunca se dejarán al terminar la jornada de trabajo.

Se clasificaron los elementos de la Maquina Universal de esfuerzos y se colocaron según su uso en un estante.  
Fig.4



Figura 4. Clasificación de elementos de la Maquina Universal.

Se clasifico la documentación y se ordenó la documentación del laboratorio. Fig.5



Figura 5. Clasificación de documentación.

### *Orden*

Se ordenaron las maquinas según su uso ya que se encontraban en diferentes lugares para que al trabajadores no le cueste moverse de maquina a máquina. Se redujeron los espacios que tenía cada máquina y se delimitaron áreas de trabajo. Fig.6



Figura 6. Delimitación de áreas y reordenamiento.

Se ordenaron los microscopios que se tenían descuidados y se colocaron cuadros de referencias en sobre la calidad de los metales que produce en planta.Fig.7



Figura 7. Microscopios.

### *Limpieza*

Lo siguiente fue limpiar el lugar ya que se encontraba con mucho polvo y eso puede provocar que algunas herramientas queden inservibles.

Se localizó la fuente o el problema que causa el exceso de polvo y con respecto a esto se decidió colocar cubre polvos en la puerta principal para reducir la cantidad de polvo que se encontraba en el laboratorio y también se colocó tapetes para que cuando entre el trabajador se limpie los pies. Fig.8



Figura 8. Colocación de guardapolvo y tapetes.

### *Estandarización*

Se mantienen consistentemente la organización, orden y limpieza mediante un estándar o patrón para todos los lugares de trabajo tanto industrial como administrativo. Esto implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. Fig.9

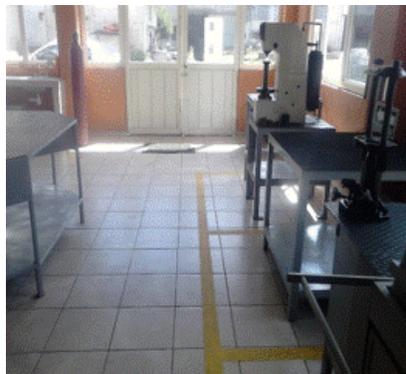


Figura 9. Estandarización.

### *Disciplinar*

En las siguientes semanas se realizará la verificación y cumplimiento de 5'S (Shitsuke- disciplina).

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, con el cumplimiento de los estímulos la práctica de la disciplina se pretende conservar a través del tiempo como buena práctica.

El respeto y la autonomía en la aplicación de los estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.

Promover el hábito de autocontrolar el nivel de cumplimiento establecido. La disciplina es una forma apropiada para cambiar los hábitos.

El compromiso del equipo directivo, la motivación y capacitación permanente y los controles que se establezcan para su permanencia, cobran importancia en esta última S.

- trabajar constantemente cumpliendo las normas instituidas.
- Controlar rigurosamente que se apliquen las 4S.
- Relacionar a los empleados con la visión de la empresa, para crear buenas prácticas en el trabajo.
- Formar una nueva cultura y buenos hábitos en el trabajo.
- Establecer las responsabilidades de los directivos y operarios.

#### Conclusiones.

Se Aplicó la teoría 5's en laboratorio metalúrgico reduciendo las necesidades de espacio, stock y almacenamiento, evitando la compra de materiales no necesarios y su deterioro, aumentando la productividad de los equipos y personas implicadas.

En síntesis, considerando la implementación de las 5S's, como una esta metodología que nos otorga un cambio de cultura en el cual toda la organización se preocupa por contribuir en el logro de los objetivos empresariales y en el efecto colateral positivo que su aplicación conlleva. Una tendencia ecológica ligada al mejor manejo de los desechos que genera la empresa, es un resultado plausible y de gran importancia en el contexto empresarial actual. Por otra parte la alta gerencia tiene una gran influencia en la implantación de 5S's motivo por el cual para lograr el éxito en la metodología, debe asegurarse de: plantear y comunicar claramente las directrices y lineamientos que se deberán seguir al implantar la metodología, asignar los recursos necesarios, ser el ejemplo en la práctica cotidiana y asignar los equipos de personas suficientes para la realización de los proyectos. Por último, el seguimiento es importante para el buen funcionamiento de la metodología en general. Lo cual implica capacitar al personal, otorgarles tiempo para la implementación.

#### Referencias

Kleber F. Barcia Villacreses y Daniel S. Hidalgo Castro, Ing. " Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricera de una Empresa Extrusora de Aluminio" Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 18, N. 1, 69-75, (Octubre, 2006), ISSN : 0257-1749, consultada por Internet el 2 de junio del 2015. Dirección de internet: <http://revistacastellana.com.es>.

Gutiérrez Pulido Humberto. (2014)."Calidad y Productividad," México: McGraw-Hill Education.

Gutiérrez Pulido Humberto. (2010). "Calidad Total y Productividad," México: McGraw-Hill Education.

"Las 5's herramientas básicas de mejora de la calidad de vida". Consultada por Internet el 2 de junio del 2015. Dirección de internet: <http://www.ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLEO/LAS%205%20S%20en%20el%20Area%20de%20Empleo.pdf>

"Metodología de las 5'". Consultada por Internet el 2 de junio del 2015. Dirección de internet: [www.intradse.ipn.mx/i/bibliotecaIntra/100000/Avisos/.../Material5s.pdf](http://www.intradse.ipn.mx/i/bibliotecaIntra/100000/Avisos/.../Material5s.pdf)

# Identificación morfológica y molecular de enfermedades fungosas de la col y coliflor

Miguel Angel Pastén Pérez, Dr. Cristian Nava Díaz, MC. Victor Santiago Santiago, Dr. José Hugo Castorena García y MC. Verónica Reyes García.

**Resumen-**Durante los meses de Septiembre-Noviembre de 2014 se observaron puntos negros pardos, mancha gris con anillo concéntrico y bordes de color negro rodeada de un halo clorótico en las hojas del cultivo de coliflor en la localidad de San Miguel Tianguistenco, pudrición de la cabeza de la col en las localidades de Analco de Ponciano Arriaga y Tepetitla de Lardizábal. Se colectaron muestras del follaje de los cultivos de col y coliflor con síntomas y del tejido sintomático se aislaron *Alternaria brassicae*, *Alternaria alternata*, las cuales fueron identificadas a nivel especie, *Botrytis* sp., *Ulocladium* sp., y *Leptosphaerulina* sp., fueron identificados a género por medio de claves puesto que en las dos inoculaciones no presentaron síntomas.

**Palabras claves-** Síntomas, *Alternaria*, *Botrytis*, *Ulocladium*, *Leptosphaerulina*

## Introducción

En México, los cultivos de col y coliflor sin de suma importancia. estas especies son utilizadas a nivel mundial como vegetales frescos y enlatados o empaquetados, son una actividad económica de vital importancia por el papel que juega en la seguridad alimentaria de la población; además, ha tenido en los últimos años una demanda creciente por factores relacionados con la salud y el cuidado de la figura del ser humano, exigencia que se viene estableciendo por las normas sociales. Las enfermedades de común ocurrencia en los cultivos de hortalizas han aumentado debido al aumento y la frecuencia de las precipitaciones que incrementan la humedad en el aire y el suelo (Nutribunum, 2012). Favoreciendo la presencia de enfermedades que limitan el óptimo desarrollo del sistema productivo. Dentro de las hortalizas, las crucíferas tienen importancia porque poseen diferentes glucosinolatos y cada uno de ellos actúa con las enzimas microcinasa y se convierten en un isotiocianato diferente, que pueden tener mayor o menor acción anticancerígena. El brócoli, contiene glucorafanina y al actuar sobre ella la mirocina, se transforma en sulforafano, que es una potente sustancia anticancerosa. Naturalmente otros isotiocianatos de col, coliflorete, tienen también acción contra el cáncer de colon, pulmón y próstata entre otros (Nutribunum, 2012).

Muchas enfermedades causadas por hongos incrementan su incidencia y severidad debido a que en el invierno se presentan condiciones favorables para su diseminación y desarrollo junto a las condiciones desfavorables de defensa de las plantas, que inducen pérdidas y en ocasiones hasta la ruina total de las cosechas. La mayoría de las especies de hongos conocidas son, no todos los hongos son saprofitos y viven sobre la materia orgánica muerta, a la que descomponen (Slusarenko y Schlailch, 2003).

Algunos hongos crecen y se reproducen sólo cuando establecen una cierta asociación con las plantas que les sirven de hospedante, durante todo su ciclo de vida estos hongos se conocen como parásitos obligados o biotrofos. Otros requieren de una planta hospedante durante una cierta etapa de su ciclo de vida, el cual lo pueden concluir desarrollándose en materia orgánica muerta o bien creciendo y reproduciéndose tanto en materia orgánica muerta como en plantas vivas (como por ejemplo los parásitos no obligados) (Rúa, 2013).

Especies de hongos del género *Alternaria* son algunos de los agentes causales más importantes de la hoja enfermedades de las manchas en los miembros de la familia *Brassicaceae*, Causan bien definidos, manchas redondeadas, de color marrón oscuro de la hoja con pálido centro, que por lo general están delimitados por un halo clorótico (Humpherson-Jones, 1992).

Los dos hongos más comunes asociados con las enfermedades de las manchas foliares de *Brassicaceae* en todo el mundo son *Alternaria brassicae* y *Aletrnaria brassicicola*. El objetivo principal del presente el trabajo es Identificar morfológica y molecularmente las enfermedades fungosas de la col y coliflor en las regiones de San Miguel Tianguistenco, Analco de Ponciano Arriaga y Tepetitla de lardizábal.

<sup>1</sup>El Ing. Agrónomo Miguel Angel Pasten Pérez estudió en el Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, [mpasten.itat@gmail.com](mailto:mpasten.itat@gmail.com)

<sup>2</sup>El Dr. Cristian Nava Díaz es Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de Mexico, [cnava@colpos.mx](mailto:cnava@colpos.mx)

<sup>3</sup>El MC. Víctor Santiago Santiago es Profesor y autor corresponsal del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, [santiago@colpos.mx](mailto:santiago@colpos.mx)

<sup>4</sup>El Dr. José Hugo Castorena García es Profesor del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, [casmin@prodigy.net.mx](mailto:casmin@prodigy.net.mx)

<sup>5</sup> La Maestra en Ciencias Verónica Reyes García es Profesora del Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala, [rgvero@hotmail.com](mailto:rgvero@hotmail.com)

Hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*)-La hernia de la col, se debe a un hongo primitivo que parasita las crucíferas cultivadas. Las raíces de las plantas se cubren de agallas protuberantes, de dimensiones variables y sin galería interior. La parte aérea de las plantas atacadas se desarrolla incompletamente y se marchita durante las horas cálidas de verano. Las esporas que se encuentran en el suelo penetran, en las raíces jóvenes a través de los pelos absorbentes que se desarrolla en la raíz, invadiendo completamente las células, que sufren una hipertrofia (Bovey, 1989). El hongo *P. brassicae* puede permanecer en el suelo hasta por 10 años en ausencia de cultivos susceptibles. Suelos ácidos, húmedos y temperaturas ambientales entre 20 y 23 °C, favorecen la infección en condiciones de campo.

Los síntomas incluyen la pudrición de semillas y se pueden detectar daños en las raíces donde se presentan agallas y tumores en el cuello del tallo y raíces de plántulas de coliflor y col china (Jamarillo, 2006).

En condiciones de campo, las plantas atacadas por la hernia de las crucíferas, presentan tamaño reducido y experimentan un marchitamiento de las hojas exteriores en días calurosos o al mediodía. Cuando la incidencia y la severidad son altas, las plantas manifiestan marchitez total. Las raíces de las plantas atacadas presentan tumores de tamaño pequeño en raíces absorbentes y grandes en las raíces principales (Cedeño, *et al.*, 2004).

Mancha de anillo (*Mycosphaerella brassicicola*)-La mancha de anillo, es una enfermedad de gran importancia económica en cultivos de col y coliflor. Se estima que bajo condiciones de severidad alta, la enfermedad puede causar disminuciones en el rendimiento que oscilan entre el 20 y el 30%, al afectar el tamaño y peso, la mancha de anillo se presenta en las hojas más viejas o exteriores, pero al final del cultivo aumenta su incidencia y severidad, afectando las hojas interiores, llegando en algunos casos, a deteriorar la calidad. Cuando hay condiciones de humedad relativa alta, lluvias frecuentes y temperaturas entre 15 y 18 °C, la severidad de la enfermedad es alta. El hongo *M. brassicicola* se disemina por el salpique del agua de lluvia, desde las lesiones viejas hacia las hojas nuevas sanas y por medio del viento. El patógeno sobrevive en residuos de cosecha y en semilla infectada (Jamarillo, 2006). Se caracteriza por la presencia de lesiones redondas de color gris oscuro con un leve margen clorótico, que bajo condiciones de humedad relativa alta, presenta en su centro pequeños puntos negros, que son las estructuras reproductivas del hongo que causa la enfermedad. El hongo ataca también los tallos y las vainas donde se encuentra la semilla, produciendo manchas redondas de color negro. El hongo induce síntomas similares en hojas externas de brócoli, aunque las lesiones tienden a ser más pequeñas (Macin *et al.*, 2012).

Mancha gris (*Alternaria brassicae*, *Alternaria brassicicola*)-La mancha gris es una enfermedad que con frecuencia afecta las hojas de diferentes crucíferas. *Alternaria brassicae* es un patógeno común y de importancia en cultivos de col, brócoli y coliflor. Por lo contrario *Alternaria brassicicola* es un patógeno de menor distribución, ya que solo se ha observado en cultivos de coliflor (Bovey, 1989). Las lluvias constantes y las temperaturas entre 15 y 21 °C, favorecen la presencia de la enfermedad. Ambos patógenos se transmiten en las semillas y sobreviven en malezas de la familia de las crucíferas como el alpiste (*B. rapa* L.) y se diseminan por el salpique del agua de lluvia. La práctica de doblar las hojas de la coliflor sobre las cabezas para el blanqueo de la misma pocos días antes de la cosecha, favorece la infección del hongo a las cabezas, cuando no se realiza un adecuado manejo de la enfermedad en las hojas (Díaz, 2005). Inicialmente se ven puntos negros pardos en las hojas, posteriormente crecen para originar una mancha gris con anillo concéntrico y bordes de color púrpura o negro; toda la lesión se rodea de un halo clorótico. En tiempo húmedo son visibles sobre la superficie de la lesión unos grupos oscuros de conidios, que a menudo están dispuestos en anillos concéntricos. Las masas de esporas son negras y pueden quitarse fácilmente frotando la superficie de la lesión. En los peciolos y tallos aparecen manchas lineales. En la coliflor se presenta una decoloración parda, que se oscurece con la edad hasta un color oliváceo. (Anaya y Romero., 1999).

Mildiu (*Hyaloperonospora parasitica*)- Esta enfermedad, nociva sobre todo en los cultivos de colza, es frecuente en los años húmedos y puede ser peligrosa cuando aparece desde el nacimiento de la planta. En efecto, los cotiledones son mucho más atacados que las primeras hojas. Produce manchas amarillas y angulosas. Las estructuras se observa en el envés de hoja. En daños severos ocasiona muerte de plántulas.

Es una enfermedad de común ocurrencia en cultivos de coliflor, brócoli, rábano, col de Bruselas y canola. El mildiu veloso de las crucíferas es favorecido por humedad relativa alta en el ambiente, lluvias frecuentes y temperaturas frías (10 a 18 °C). En el semillero, el riego por aspersión y una densidad de siembra alta, favorecen la severidad del mildiu veloso (Díaz, 2005). Una regla general para otros mildius sobre género *Brassica* es que la enfermedad en el campo es más problemática entre 10 y 15 °C y alta humedad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que diferentes del desarrollo etapas del patógeno podrían mostrar diferentes óptimos, como es el caso de otros mildius. Las condiciones para la infección y la producción esporangios son 16-18 °C y 100% de humedad relativa la esporulación se produce principalmente por la noche y las esporas se diseminan durante la mañana como esporangios (Agrios, 2005). El mildiu se presenta en los semilleros afectando los cotiledones y las primeras hojas, donde se observan manchas pequeñas (0.5 a 1 cm de diámetro), difusas, de bordes irregulares, de apariencia

clorótica por el haz y levemente deprimidas con una vellosidad blanquecina por el envés. En condiciones de cultivo, el patógeno es muy esporádico en col, pero es más frecuente en las hojas externas de brócoli y coliflor, produciendo lesiones de formas variadas de color café claro pajizo, de tamaño mediano (0,5 a 2 cm) y bordes irregulares que cubren gran parte de la superficie de la hoja (Agris, 2005).

Moho gris (*Botrytis cinerea*)-Es una enfermedad de amplia distribución y ataca al fruto en cualquier etapa de desarrollo en el transporte y almacenamiento. Los daños pueden ser totales, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad y las medidas de control que se adopten. El moho gris de la col es una enfermedad de gran importancia económica en los cultivos. Plantas juntas, inadecuado control de malezas y lluvias frecuentes, acompañadas de temperaturas altas, favorecen la incidencia de la pudrición de la cabeza o moho gris (Jamarillo, 2006). El hongo *Botrytis cinerea* ocasiona la pudrición de la cabeza de la col. Al inicio de la enfermedad, las lesiones en la cabeza son de coloración lila en los bordes; luego la parte interna de la misma se desintegra y sobre su superficie se observa un moho de aspecto afelpado de color café oscuro, debido al crecimiento del hongo que causa la enfermedad. Si persisten condiciones de humedad relativa alta, la pudrición toma una apariencia acuosa de color verde pálido (Anaya y Romero, 1999).

### Descripción del Método

El trabajo se realizó en el Colegio de Postgraduados campus Montecillo Texcoco, Mex. En el cual se procesó los materiales en el laboratorio de Fitopatología. Las muestras de tejido enfermo del cultivo de coliflor se obtuvieron en la localidad de San Miguel Tianguistenco y las muestras que presentan manchas foliares se obtuvieron a partir del cultivo de col en las localidades de Analco de Ponciano Arriaga y Tepetitla de Lardizábal.

Aislamientos. Para aislar a los patógenos presentes en el tejido foliar se indujo la esporulación en tejido enfermo, en cámara húmeda. Para esto se cortaron piezas de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de las hojas de las plantas enfermas de col y coliflor (abarcando parte asintomática y sintomática), se desinfectaron entre 2 o 3 minutos en condiciones asépticas, en una solución de hipoclorito de sodio al 1.5 %, se lavaron 3 veces en agua destilada estéril y se secaron en papel absorbente esterilizado, posteriormente se sembraron de la siguiente manera:

Cámara húmeda. Se colocaron cinco piezas de tejido foliar de col y cinco piezas de tejido foliar de coliflor de 1 cm<sup>2</sup> en dos cajas Petri con papel filtro humedecido con agua destilada estéril, y se dejaron en condiciones de luz-oscuridad natural hasta el desarrollo de estructuras.

Caracterización morfológica. La tipificación de los géneros se realizó con conidios de holotipo de material vegetal, en preparaciones permanentes de estructuras en glicerol al 20 %. Las características morfológicas macroscópicas como color, tamaño y textura de la colonia se observaron al estereoscopio. Con base en 40 mediciones de estructuras reproductivas de los cultivos, las características microscópicas se observaron al microscopio compuesto (Velab) con una cámara digital (Motic 2300). Se empleó el software Matic plus que realizara la función de una regla de medición, proporcionando de manera rápida y sencilla mediciones en micras (µm).

La identificación se realizó con base en las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998) y Richard (2001)

Caracterización molecular. El ADN de cada especie de hongos usados en las pruebas de patogenicidad se extrajo desde colonias miceliales de aproximadamente 10 días de crecimiento en cajas Petri con medio de cultivo PDA para *Botrytis*, y en medio de cultivo V8 (jugo de verduras) para *Alternaria*, iluminadas continuamente con luz blanca.

Pruebas de patogenicidad. Las plántulas se obtuvieron a partir de trasplante en macetas de plástico en cámaras bioclimática, se trasplantaron de dos plántulas por maceta, en la que se utilizaron 6 plántulas de col y 6 plántulas de coliflor. El inoculo se prepara a partir de una suspensión de conidios o de micelio; se obtuvo raspando suavemente el micelio de cultivos del hongo de 10 días de desarrollo en cajas de Petri con medio de cultivo V8. Se preparó una suspensión de esporas en agua destilada estéril con una concentración de 2 x 10<sup>4</sup> esporas/ml.

### Resultados

Mancha gris (*Alternaria brassicae*.-)El hongo desarrolló conidióforos oscuros, sobre todo sencillo; determinado en una cepa presento conidios cortos y en otras cepas mostraron conidios alargados; conidios oscuros, por lo general tanto con cruz y septos longitudinal; en formas elípticas u ovoide, con frecuencia transmitidas acropetalmente en apical apéndice simple o ramificada, las medidas en promedio de los conidios son de 177.88 a 200.5 µm de largo y 27.37 a 30.26 µm de ancho en el caso de las cepas en V8 y en las cepas de PDA las medidas de sus estructuras son de 20 a 30 µm de largo y 6 a 9 µm de ancho (Figura, 1). Las características coinciden con lo descrito por A. Reis and L.S. Boiteux (2010), para *Alternaria brassicae*.

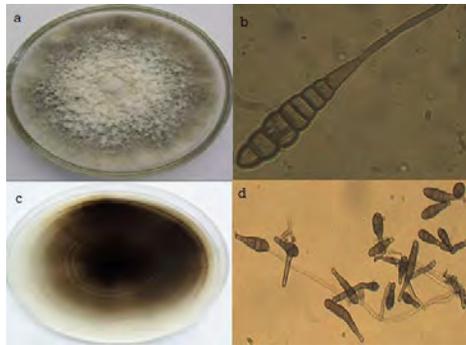


Fig. 1 A y b son *Alternaria brassicae*. C y d son de *Alternaria alternata*.

Moho gris (*Botrytis* sp.)-En medio de cultivo PDA, desarrollo colonias de color blanco a grisáceo. Se desarrollaron conidioforos simples, conidióforos altos, delgados, determinadas, hialinas, ramificados de forma irregular en la parte superior, las células apicales ag redondeadas, teniendo racimos de conidios simultáneamente en dentículos cortos, conidios grises en masa, unicelulares, ovoides, las medidas en promedio de los conidios son de 10.93  $\mu\text{m}$  de largo y 10.3  $\mu\text{m}$  de ancho.

*Ulocladium* sp.-Su estructura se muestra con conidióforos indeterminados, oscuro, la mayoría simple, septadas ; conidios (porosporas ) oscuro con mediciones de un promedio de 15  $\mu\text{m}$  de largo y 13  $\mu\text{m}$  de ancho, por lo general sin constricción en gran septado, transmitidas por separado, apical, y en nuevos puntos de crecimiento; saprófitos (Figura 2).

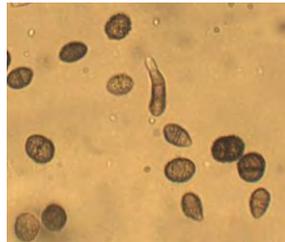


Figura 2. Conidios de *Ulocladium* sp.

*Leptosphaerulina* sp.-Su estructura se muestra con ascas con ostiolo unculado, pseudotecio, inmerso en el tejido del huésped, erumpente ápice en la madurez. Ascoma compuesto de células pseudoparenquimatosos, células exteriores de color marrón y de paredes gruesas. Ascoporas hialinas, variable en forma de oblongas a elipsoidales o corto cilíndrico, pero septadas longitudinal a veces falta en algunas esporas, con una envoltura gelatinosa delgada, a veces convirtiéndose en marrón con la edad las mediciones de las ascosporas son de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$  de largo y 10.3  $\mu\text{m}$  de ancho (Richard, 2001)(Figura, 3).



Figura 3. Cepa de *Leptosphaerulina* sp., b) ascas y ascosporas.

Pruebas de patogenicidad- En el caso de *Leptosphaerulina* sp., no presento ningún síntoma en el cual se le dio un tiempo de 10 días en la cámara bioclimática y posteriormente se tuvieron 3 días fuera de la cama bioclimática y tampoco presento ningún síntoma.

Mancha gris (*Alternaria* sp.)-Los síntomas que se observaron en las plántulas de col (Figura 4 a) fueron manchas grises con anillo concéntrico y bordes de color negro rodea de un halo clorótico en las hojas. En la coliflor (Figura 4b) se presenta una decoloración parda, que se oscurece con la edad hasta un color oliváceo.



Figura 4. Síntomas de *Alternaria* sp., en plántulas de col, b) síntomas en plántulas de coliflor.

*Ulocladium* sp.-Los síntomas que se observaron en las plántulas de col (Figura 5 a) fueron manchas de color café oscuro en la parte del tallo y una clorosis en una hoja de la parte baja. En el caso de la coliflor (Figura 5b)) también se observó una mancha de color café oscuro en las hojas de la parte baja y en los bordes. En este caso se recolectaron los síntomas y se desinfectaron y se colocaron en una cámara húmeda para verificar si estos síntomas fueron ocasionados por el patógeno *Ulocladium* sp.

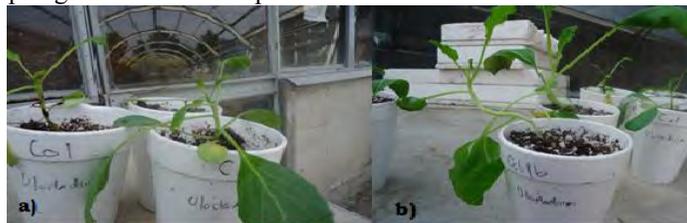


Figura 5. Plantulas de col con síntomas de *Ulocladium* sp., b) Plantulas de coliflor con síntomas de *Ulocladium* sp.

### Referencias bibliográficas

- Barnet y Hunter 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. University of Missouri Press, Colombia
- Brunatti J.C. y Martin. M.A. 2000. Espectrometría de absorción molecular ultravioleta. España.
- Calle B.J. 2005. Caracterización morfológica y molecular de hongos fitopatógenos. Universidad de Puerto Rico.
- Cartea et al. 2002. El cultivo de la coliflor en España. España.
- Díaz, D. C.A. 2005. El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Manual técnico.
- Fernández G.J. 2005. Morfología, patogénica y genética de *Alternaria* sp. Universidad de Puerto Rico.
- Hernández A.Y. 2000. Reacción hospedante – patógeno. Universidad Central de Venezuela.
- Icochea A.T. 1999. Enfermedades fungosas y bacterianas. Lima, Perú.
- Luna M.F. y Ponce N.P. 2001. Polimorfismo de los Fragmentos Amplificados al Azar (RAPD). Universidad de Guanajuato, México.
- Mendiola U. 2000. Plantas aprovechables por sus hojas. México: Editorial Año Dos Mil. S.A
- Mondino D.P. 2012. Métodos de aislamiento y conservación de hongos y bacterias. Universidad de Puerto Rico.
- Murillo Z.C. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología. Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica
- Richard T. 2001. Illustrated Genera of Ascomycetes. vol. 1, The American Phytopathological Society. USA.
- Rúa G.A. 2013. Evaluación de marcadores moleculares en la identificación de especies de *Alternaria*. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Sarita V. 1998. Boletín técnico, Cultivo de la col. Fundación de Desarrollo agropecuario. República Dominicana.
- Steven t. et al. 2000. Producción de coliflor en California centro de información e investigación de hortalizas serie de producción de hortalizas.

## Seguridad de funcionamiento de un sistema y la fiabilidad

Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda<sup>1</sup>, M. C. Ramiro Méndez Gómez<sup>2</sup>,  
M. C. Miguel Villano Arellano<sup>3</sup> y Gustavo Alberto Morales Paulino<sup>4</sup>

**Resumen**—Los aspectos de seguridad, disponibilidad, fiabilidad y mantenabilidad constituyen la Seguridad de Funcionamiento de un sistema. Si éste es dinámico, las herramientas tradicionales no pueden ser aplicadas eficazmente para evaluar los parámetros o cantidades antes mencionados, pues, suponen una estructura invariante en el tiempo para el sistema. Es necesario recurrir a la fiabilidad dinámica la cual tiene por objeto tomar en cuenta las interacciones entre el comportamiento funcional dinámico y determinista de un sistema y el comportamiento estocástico de sus componentes. Este artículo presenta las características y problemas que plantea la fiabilidad dinámica, así como la simulación, como herramienta de evaluación, pues se integran en ella las evoluciones discretas y continuas del sistema y los aspectos probabilísticos como las fallas.

**Palabras clave**—Seguridad de funcionamiento, fiabilidad dinámica, simulación de Monte Carlo, autómata estocástico híbrido.

### Introducción

Las preocupaciones relacionadas a la seguridad están muy presentes en el mundo de las máquinas y herramientas, del transporte o de las petroquímicas. En las instalaciones de producción manufacturera o por lotes, las preocupaciones están más bien ligadas a la disponibilidad. Desde que la que la seguridad o la disponibilidad de un sistema están en entre dicho, se involucra la fiabilidad. En fin, en caso de disfuncionamiento, conviene poner al sistema en condiciones de funcionamiento inicial: es aquí que interviene la mantenabilidad. Estas cuatro características constituyen la Seguridad de Funcionamiento (SdF) de un dispositivo.

Uno de los grandes méritos del concepto de SdF es la integración de métodos y técnicas destinadas a garantizar la aptitud de un sistema a proporcionar un servicio en el cual se pueda tener confianza y asegurar que esta confianza esté justificada.

### La seguridad de funcionamiento

La SdF es definida por (Villemeur, 1988) como la ciencia de las fallas. En un sentido más estricto, la SdF es la aptitud de una entidad a asumir una o varias funciones requeridas en condiciones dadas (CEI 50-191, 1990). Según (Laprie *et al.* 1995) la SdF de un sistema es la propiedad que permite a sus usuarios de colocar su confianza justificada en el servicio que él proporciona. Esta noción de confianza es fundamental, dado que todo sistema material/software contiene errores. La gran mayoría de estos errores son introducidos desde la fase de concepción del sistema.

Para practicar la SdF, es importante, primeramente, identificar las fuentes que originan las fallas de la forma más exhaustiva posible. Enseguida, por cada una de éstas, conviene evaluar su importancia con respecto a otras o con respecto a una escala de medidas absolutas (calculando su probabilidad de aparición). Además, buscar prevenir las fallas es también un objetivo primordial. Para esto, se debe observar y utilizar los modelos de evolución. Posteriormente, a toda observación de una falla, se asociarán medidas con el fin de enriquecer los modelos utilizados para la evaluación y la prevención. Finalmente, el último objetivo es controlar las fallas con la reducción de sus ocurrencias, la prevención contra las consecuencias o por su tolerancia.

En 1995, (Laprie *et al.*, 1995), definen el árbol de la SdF (figura 1). Este árbol muestra los obstáculos, los medios y los atributos asociados a la SdF. Los obstáculos están ligados a las circunstancias no deseables pero no inesperadas. Los medios corresponden a los métodos y técnicas que permiten garantizar la aptitud del sistema a proporcionar un servicio conforme al cumplimiento de su función y dar confianza en esta aptitud. Finalmente, los atributos permiten expresar las propiedades que son esperadas del sistema y apreciar la calidad del servicio proporcionado.

La SdF cubre los conceptos de fiabilidad, mantenabilidad y disponibilidad (FMD). El equivalente anglosajón es el término dependability (reliability, maintainability, availability) frecuentemente designado por el acrónimo RAM. La seguridad es muchas veces tratada aparte. Sin embargo, el acrónimo RAMS es utilizado para designar el conjunto de actividades ligadas a estos cuatro conceptos.

<sup>1</sup> Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.  
[gapercas@yahoo.com](mailto:gapercas@yahoo.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M. C. Ramiro Méndez Gómez es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

<sup>3</sup> M. C. Miguel Villano Arellano es Profesor de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

<sup>4</sup> Gustavo Alberto Morales Paulino es Estudiante de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán.

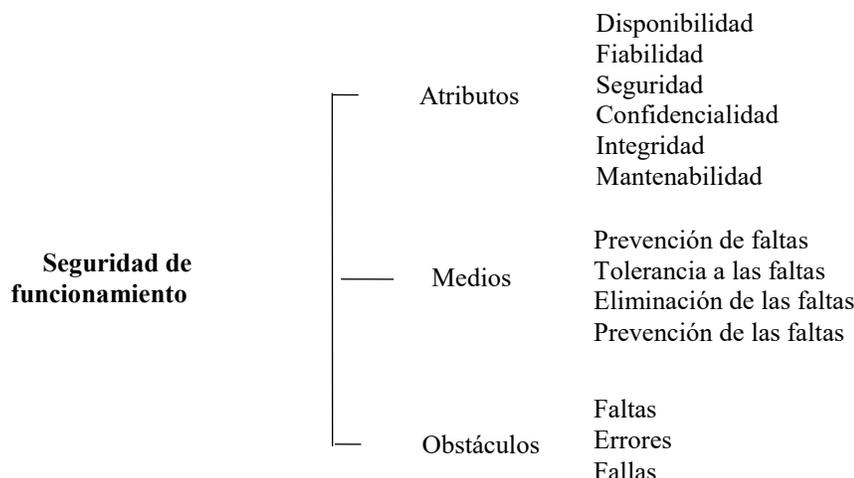


Figura 1. Relación entre la falla y el estado de un componente (Chevalier *et al.*, 2004).

La fiabilidad es definida por (Laprie *et al.*, 1995) como la medida de la continuidad de la concesión de un servicio correcto o de manera equivalente, medida también del tiempo hasta la falla. (CEI 50 (191), 1990) y (Villemeur, 1988) expresan que la fiabilidad es la aptitud de una entidad para cumplir una función requerida en condiciones dadas durante un tiempo dado. Esta aptitud se mide (Smith, 2001) por la probabilidad que una entidad realice una función requerida en condiciones dadas durante un período de tiempo dado. La fiabilidad puede ser parafraseada como la probabilidad de la no falla de la entidad en un período de tiempo dado. En el instante  $t$ , la fiabilidad se mide entonces por la probabilidad que la entidad  $E$  cumpla una función requerida en condiciones dadas durante el intervalo de tiempo  $[0 ; t]$  (CEI 50 (191), 1990). Así,  $R(t) = P[E \text{ soit non défaillante sur } [0 ; t]]$ .

Por otro lado, la disponibilidad es la aptitud de una entidad a estar en el estado de cumplir una función requerida en condiciones dadas y en un instante dado [Villemeur, 1988]. La disponibilidad es generalmente medida por la probabilidad de que una entidad  $E$  esté en estado de cumplir una función requerida en condiciones dadas en el instante  $t$ .

También, la mantenabilidad es la aptitud de una entidad a ser reparada en un estado en el cual se pueda cumplir una función requerida, (Villemeur, 1988). La mantenabilidad es medida por la probabilidad que el mantenimiento de una entidad  $E$  cumpla en condiciones dadas con procedimientos y medios prescritos, sea terminar en el tiempo  $t$  sabiendo que la entidad falla en el tiempo  $t = 0$ .

Si bien la norma (CEI 50 (191), 1990) no integra la seguridad como componente de la SdF, se considera que es importante tomarla en cuenta dado que la ocurrencia de un evento catastrófico pone en peligro la vida humana. Por lo tanto, la norma (EN 292-1, 1991) la define como la aptitud de una máquina a cumplir su función, a ser transportado, instalado, puesta en marcha, mantenida, desmontada y puesta de nuevo en servicio en las condiciones de utilización normales especificadas de acuerdo a las instrucciones del fabricante, esto sin causar lesiones o efectos negativos sobre la salud. En términos de una probabilidad la seguridad es la probabilidad que el sistema evite hacer aparecer, en condiciones dadas, eventos críticos o catastróficos (Villemeur, 1988).

Es importante también hablar, desde luego, de fallas, pues de éstas se ocupa la Sdf. Una falla es un evento. Un evento está presente o no, así las fallas. El evento puede combinarse con otros eventos para producir eventos compuestos. La falla de una entidad es la consecuencia de la imperfección de ésta (imperfección intrínseca o debida a la de sus componentes). Según (CEI 50 (191), 1990) y (Villemeur, 1988) una falla es: la cesación de la aptitud de una entidad a cumplir una función requerida. La figura 2 muestra la relación entre la falla y el estado de un componente o entidad (Chevalier *et al.*, 2004). Particularmente, los componentes electrónicos están sometidos a un estrés importante del ambiente que constituye la principal causa de fallas: humedad, vibración, temperatura, campo electromagnético, etc. El conocimiento de la fiabilidad o bien mejor dicho del índice de falla de los componentes es primordial para poder evaluar la SdF de una arquitectura material con la ayuda de métodos de análisis cuantitativo.

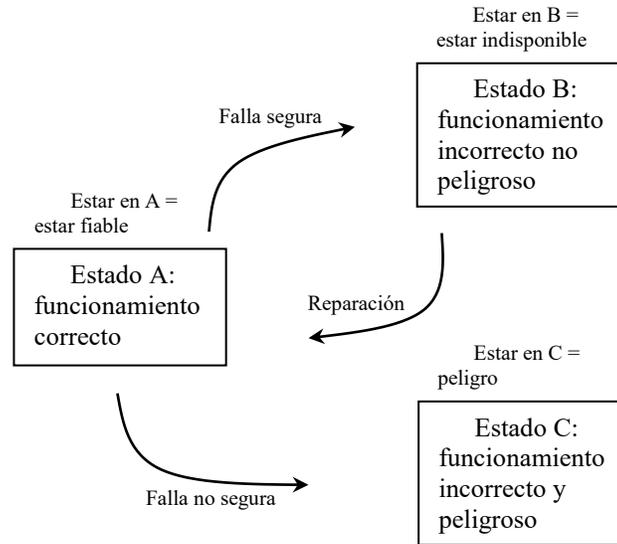


Figura 2. Relación entre la falla y el estado de un componente (Chevalier *et al.*, 2004).

Finalmente, los principales métodos desarrollados para evaluar la SdF de sistemas son: el árbol de eventos y el árbol de causas, árbol de fallas, el diagrama y redes de fiabilidad, la función de estructura de un sistema, los modelos de Markov, las redes de Petri, entre otros (Pérez, 2009).

### La fiabilidad dinámica

Las herramientas clásicas de la SdF antes mencionadas no pueden tomar en cuenta los problemas que plantea la fiabilidad dinámica debido a que soportan, en general, una estructura invariante en el tiempo para el sistema y, además, no toman en cuenta el orden de ocurrencia de los eventos que conducen al estado de peligro (Labeau *et al.*, 2000). La complejidad matemática de la evaluación analítica de la SdF es tal que sólo es posible bajo ciertas hipótesis o cuando el sistema no es demasiado complejo. Otros métodos han sido propuestos, pero bajo ciertas hipótesis o restricciones: discretización de las variables físicas (Marseguera, 1995) o discretización de la variable tiempo (Kermisch, 2000). Éstas presentan dificultad en integrar en un solo proceso metodológico las interacciones entre las variables físicas continuas y la ocurrencia de eventos debido a las fallas de los componentes o el cruce del umbral por las variables físicas continuas. En (Pérez *et al.*, 2015) se presenta una más amplia información sobre estos métodos, su tipo o clasificación.

La Simulación de Monte Carlo (SdMC) sería el único medio de evaluar la SdF de los sistemas híbridos complejos si herramientas informáticas adecuadas existieran. No hay, al menos que se tenga conocimiento, herramientas capaces para simular de manera simultánea la evolución discreta del sistema y su evolución continua tomando en cuenta los aspectos probabilísticos. En este contexto, se ha introducido el concepto del autómata estocástico híbrido y se ha desarrollado un método de simulación de Monte Carlo en el ambiente informático Scilab. A la herramienta informática que permite efectuar una simulación de Monte Carlo con el fin de evaluar la fiabilidad de sistemas, modelados por el autómata estocástico híbrido, en contexto dinámico se le ha dado el nombre de *Dyrela* (Dynamic Reliability and Assessment, por sus siglas en inglés) (Pérez, 2010).

La *fiabilidad dinámica* es un concepto que ha sido necesario definir con el fin de evaluar de manera predictiva la SdF de sistemas dinámicos híbridos cuya estructura de fiabilidad evoluciona o cambia con el tiempo como consecuencia del cambio de estado continuo por la parte de control o por la naturaleza propia del sistema o por cambios externos al sistema, como fallas o errores humanos.

El principal objetivo de la fiabilidad dinámica es tomar en cuenta e integrar los siguientes aspectos:

- ✓ Las interacciones dinámicas existentes entre los parámetros físicos (representadas generalmente por variables continuas) y el comportamiento nominal o disfuncional de los componentes (representado generalmente por la ocurrencia de eventos).
- ✓ El carácter determinista o estocástico de los eventos y de las variables físicas.
- ✓ La estructura de fiabilidad que cambia en el tiempo (reconfiguración del modelo).
- ✓ Los modos de envejecimiento múltiples de los componentes según el estado discreto del sistema.
- ✓ Los modelos no binarios del comportamiento de los componentes.

El instante y el orden de ocurrencia de los eventos asociados a los cambios del estado discreto, los cuales están relacionados a las fallas de los componentes o al cruce de los umbrales de las variables continuas.

Se entiende por fiabilidad dinámica la evaluación previsional de la fiabilidad de un sistema en el cual la estructura fiabilista (lo que expresa cómo la falla del sistema depende de las fallas de sus componentes) evoluciona en el tiempo. Se puede decir en general que la “fiabilidad dinámica” es el problema de la evaluación probabilista de la falla de un sistema dinámico híbrido. Se le puede representar bajo la forma siguiente:

$$R_s(t) = P[S(X(T), Q(T), V(T)) = 1]_{0 \leq T \leq t} \quad (1)$$

Esta expresión (Pérez *et al.*, 2009) expresa que la fiabilidad  $R_s(t)$  de un sistema no reparable se mide por la probabilidad que el sistema funciona durante un intervalo de tiempo  $[0, t]$ .  $S$  es la función de estructura del sistema que vale “1” si el sistema funciona y, “0”, en caso contrario.  $X(t)$  y  $Q(t)$  son los vectores de estado continuo y discreto respectivamente,  $V(t)$  es el vector de las variables aleatorias “estado de funcionamiento” de las componentes.

Con el fin de integrar los aspectos que demanda la fiabilidad dinámica y acceder, por simulación, a la evaluación predictiva de la SdF, un Autómata Estocástico Híbrido (AEH) ha sido formalmente definido sobre la base de la teoría de los autómatas de estados finitos y sobre la teoría de los autómatas híbridos (Alur *et al.*, 1993), (Henzinger, 1996).

El Autómata Estocástico Híbrido (AEH) se define como (Pérez, 2009):

$$\text{AEH} = (\mathcal{X}, \mathcal{E}, \mathcal{A}, X, A, \mathcal{H}, \mathcal{F}, p, x_0, \mathbf{x}_0, p_0) \quad (1)$$

en donde

$\mathcal{X}$  es un conjunto finito de estados discretos  $\{x^1, x^2, \dots, x^m\}$ ,

$\mathcal{E}$  es un conjunto finito de eventos  $\{e_1, \dots, e_r\}$  deterministas o estocásticos,

$X$  es un conjunto finito de variables reales que evolucionan en el tiempo  $\{x_1, \dots, x_n\}$ ,

$\mathcal{A}$  es un conjunto finito de arcos de la forma  $(x, e, G, R, x')$  donde:

$x$  y  $x'$  son los estados discretos origen y final del arco  $k$ ,  $e_j$  es el evento asociado al arco,  $G_k$  la condición de guarda sobre  $X$  en el estado discreto  $x$  y  $R_k$  es la función de reinicio de  $X$  en el estado  $x'$ ,

$A: \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow (i^{n+} \rightarrow i)$  es una función de “actividades”, que asocia a un elemento de  $\mathcal{X} \times \mathcal{X}$  una función definida sobre  $i^{n+}$  y a valores en  $i$ ,

$\mathcal{H}$  es un conjunto finito de relojes sobre sur  $i^{n+}$ ,

$\mathcal{F}: \mathcal{H} \rightarrow (i \rightarrow [0, 1])$  es una aplicación que asocia a cada reloj una función de repartición,

$p^f$  es una distribución de probabilidades de transición de estado  $p(x^i | x^l, e)$  sobre la ocurrencia de un mismo evento hacia dos estados discretos diferentes.

$x^0, X_0$  y  $p^0$  corresponden respectivamente al estado discreto inicial, al valor inicial del vector de estado continuo en el estado inicial discreto y a la distribución inicial de probabilidades de transición en el estado inicial discreto.

La duración de buen funcionamiento y de reparaciones de los componentes son materializados por los relojes  $\mathcal{H}$ . Estas duraciones son obtenidas por tiros aleatorios a partir de las funciones de repartición de probabilidad  $\mathcal{F}$ . Los elementos  $\mathcal{X}, \mathcal{E}$  y  $\mathcal{A}$  del AEH corresponden al autómata a estados finitos que definen su parte discreta. Por otro lado,  $X, A, R$  y  $G$  definen su parte continua.  $\mathcal{H}$  corresponde a su aspecto temporal y finalmente  $\mathcal{F}$  y  $p$  expresan su aspecto estocástico.

El AEH, implementado en un ambiente informático, está constituido de tres componentes: un autómata, un generador aleatorio y un descriptor de modos (figura 3). El AEH está constituido de  $i$  entradas situadas al lado izquierdo del bloque y sólo dos salidas ubicadas al lado derecho (figura 4). El autómata tiene tantas entradas como estados discretos existen en el sistema. La salida superior derecha del autómata proporciona el vector que contiene el estado discreto corriente  $x_i$  y el anterior  $x_{[i-1]}$ . La salida inferior aporta el vector de las variables de estado continuo  $X$  y sus derivadas. En la parte inferior del bloque del autómata se tiene una salida correspondiente a los eventos discretos  $e$ . Esta salida es activada cada vez que una transición se produce implicando un cambio de estado discreto en el sistema.

Con la ayuda del AEH se podrá realizar una SdMC del comportamiento funcional y disfuncional del sistema con el fin de acceder a la evaluación de los indicadores de la SdF. Para lograr esto, primeramente se debe describir el comportamiento del sistema a través del AEH determinando los parámetros concernientes del autómata. Enseguida, se implementa el autómata en el ambiente informático creado para este fin. Posteriormente se efectúa la simulación de Monte Carlo. Finalmente, se efectúa el tratamiento estadístico con los datos obtenidos con el fin de determinar los parámetros correspondientes de la SdF.

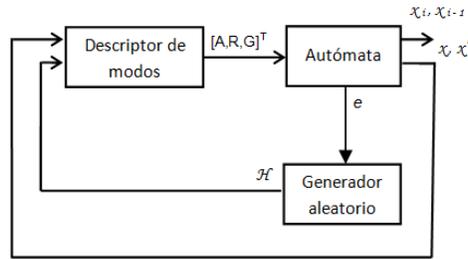


Figura 3. Estructura del autómata estocástico híbrido

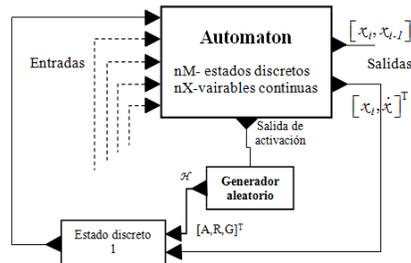


Figura 4. Implementación del AEH.

*Dyrela* ha sido aplicada a diferentes casos. Por citar algunos: evaluación de la seguridad de funcionamiento del sistema de regulación de la temperatura de un horno (Pérez et al., 2010), evaluación de la fiabilidad del mismo sistema pero con variables dependientes (Pérez et al., 2009), por citar algunos.

Por último, la SdMC es un método basado en el tiraje de números aleatorios. La cantidad que se desea estimar corresponde a la esperanza matemática de una variable aleatoria. El principio consiste en estudiar la evolución de un sistema simulando un modelo genérico, representando el comportamiento del sistema en el curso de lo que se llamará escenario o historia. La cuantificación de la cantidad buscada, por ejemplo, la fiabilidad o la probabilidad de aparición de un evento no deseado está, entonces, basado sobre el estudio de un cierto número de escenarios diferentes, permitiendo extraer resultados estadísticos (estimadores). Par efectuar una estimación de la probabilidad de aparición de un evento no deseable, se puede asociar un estimador del tipo binario a esta probabilidad e incrementar un contador de una unidad por cada historia en la cual el evento se produce. La estimación de la probabilidad es, entonces, obtenida realizando el cociente entre el número de historias que han conocido un evento no deseable y el número total de historias (Labeau y Kermisch, 2001).

### Conclusión

La modelación de un sistema dinámico con el AEH permite evaluar los parámetros de la SdF aplicando una simulación de Monte Carlo. Se toman en cuenta las interacciones entre el funcionamiento y mal funcionamiento para una evaluación fina de estos parámetros del SdF. El AEH puede “pilotear” la simulación a pesar del comportamiento determinístico y estocástico. Faltan todavía tomar en cuenta varios aspectos: la influencia del tiempo en las leyes de probabilidad (envejecimiento, por ejemplo), leyes de control más complejas, la probabilidad de error del diagnóstico, la no linealidad en los modelos continuos, la dependencia entre variables continuas y estocásticas (fiabilidad del sensor vs. temperatura). Esto es el objeto de trabajos actuales.

### Referencias

Alur, R., Courcoubetis C., Henzinger T. A., Ho P. H. (1993). Hybrid automata: an algorithmic approach to the specification and verification of hybrid systems. In Grossman R. L., Nerode A., Ravn A. P., Rischel H., editors, Hybrid Systems I, Lecture Notes in Computer Science 736, p. 209 – 229. Springer-Verlag.

Campbell, S. L., Chancellor, J. P. and Nikoukhah, R. (2006). Modeling and Simulation in Scilab/Scicos. Springer.

CEI 50 (191) CEI 50 191. Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 191 – Sûreté de fonctionnement et qualité des services – 1990.

- Chevalier M., Garnier R., Chang P., Lusson B. La Sûreté de Fonctionnement. Intersections, le magazine Schneider Electric de l'enseignement technologique et professionnel. Novembre 2004.
- EN 292 – 1, 1991. Sécurité de machines – Notions fondamentales, principes, généraux de conception – Partie 1 : Terminologie de base – Méthodologie – 1991.
- Henzinger, T. A. (1996). The theory of hybrid automata. Proceedings of the 11th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS), pp. 278 – 292.
- Kermish, C. y P.E. Labeau. Approche dynamique de la fiabilité des systèmes. Projet 6/2000 de l'ISdF. *Tâche n°1 : établissement de l'état de l'art en fiabilité dynamique*. Université Libre de Bruxelles, 2000.
- Labeau, P. E., C. Smidts y S. Swaminathan. Dynamic reliability: towards an integrated platform for probabilistic risk assessment. *Reliability Engineering and System Safety* 68, pp. 219-254, 2000.
- Laprie J.-C., Arlat J., Blanquart J.-P., Costes A., Crouzet Y., Deswarte Y., Fabre J.-C., Guillermain H., Kaâniche M., Kanoun K., Mazet C., Powell D., Rabéjac C., Thévenod P. Guide de la Sûreté de fonctionnement. Cépaduès Éditions. 1995.
- Marseguerra, M. and Zio, E. (1995). The cell-to-boundary method in Monte Carlo-based dynamic PSA. *Reliability Engineering and System Safety* 48, pp. 199-204.
- Najafi, M. and Nikoukhah, R. (2007). Modeling Hybrid Automata in Scicos. Multi-conference on Systems and Control (MSC), Singapore, 1 – 3 October.
- Perez, C. (2009). Evaluation par simulation de la sûreté de fonctionnement de systèmes en contexte dynamique hybride. Institut National Polytechnique de Lorraine – INPL. Thèse doctorale.
- Pérez C., G. A., J.-F. Aubry y N. Brinzei. Modélisation d'un système par automate stochastique hybride pour l'évaluation de la fiabilité dynamique. *Journal européen des systèmes automatisés*, pp. 231-255, 2010.
- Pérez, C., Aubry, J.-F. et Brinzei, N. (2010). DyRelA (Dynamic Reliability and Assessment. In 1st Workshop on DYNAMIC ASPECTS IN DEPENDABILITY MODELS FOR FAULT-TOLERANT SYSTEMS, DYADEM-FTS 2010 in conjunction with European Dependable Computing Conference EDCC 8. Espagne.
- Pérez, C., Méndez, G., Villano, A., Morales. Métodos para la evaluación de la fiabilidad de sistemas en contexto dinámico. *Journal Academic Celaya* 2015.
- Smith D. J. Reliability, maintainability and risk. Practical methods for engineers. Sixth Edition. Butterworth Heinemann, 2001.
- Villemeur, A. Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels. Edition Eyrolles. 1988.