

REVISTA TECNOLOGICA

N° 9 / ENERO - DICIEMBRE 2016. PUBLICACIÓN ANUAL.

Escuela Especializada
en Ingeniería

ITCA FEPADE

ISSN 2072-568X

**La Importancia de la Gestión de Proyectos
en la Industria de la Construcción.**

**Diseño y Construcción de Vivienda
Bioclimática de Interés Social.**

**Elaboración de Bio-resina Intercambiadora
de Cationes a partir de Cáscara de Plátano
o Guineo, para Eliminar Metales pesados
en Agua Contaminada.**

**Software Innovador de Programación
Robótica aplicado en el Ámbito
Educativo.**

**Sistema de Gestión del Conocimiento
para la Escuela Especializada en
Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro
Regional Zacatecoluca.**

**Evaluación del Crecimiento y la Supervivencia
de Ostra Japonesa (*Crassostrea gigas*) en Cultivos
desarrollados en Meanguera del Golfo, Departamento
de La Unión, El Salvador.**

**Factores que Inciden en la Mortalidad del Camarón
Marino en Cooperativas del Sector El Zompopero,
Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.**



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América.

www.itca.edu.sv



REVISTA TECNOLÓGICA
No. 9. Enero - Diciembre 2016

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo
Rectora

Ing. Carlos Alberto Arriola
Vicerrector Académico

Inga. Frineé Violeta Castillo
Vicerrectora Técnica Administrativa

Ing. Mario W. Montes Arias
Director de Investigación y Proyección Social
Coordinador Editorial

Equipo Editorial Afiliación ITCA-FEPADE

Lic. Ernesto Israel Girón
Ing. Mario W. Montes
Ing. Jorge Agustín Alfaro
Licda. María Rosa de Benítez
Licda. Vilma Cornejo de Ayala
Ing. David Emmanuel Ágreda

Licda. María Auxiliadora Yanme de Heymans
Diseño y Diagramación

Lic. Francisco González Campos
Traducción

607.3
R485

Revista Tecnológica
Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.
No. 9, Enero - Diciembre 2016. - Santa Tecla, El
Salvador: ITCA Editores, 2016. 50p.:il.; 28 cm.

Anual
ISSN Impreso: 2070-0458
ISSN Digital: 2072-568X

1. Arquitectura Bioclimática 2. Ingeniería de la Construcción 3. Bio-resina 4. Robótica 5. Sistemas de Información 6. Acuicultura

Publicación Anual
Tiraje: 100 ejemplares

La Revista Tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La Revista publica artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, eléctrica, computación, electrónica, logística, acuicultura y otros temas de interés relacionados con el quehacer institucional. Esta revista ha sido concebida para difundirla con la comunidad académica, instituciones de educación superior y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Los artículos que se publican cumplen criterios de originalidad, pertinencia y novedad. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Ningún artículo puede ser reproducido total o parcialmente sin previa autorización por escrito de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Para referirse al contenido debe citar la fuente de información y al autor.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador,
Centro América

Correo electrónico: revistatecnologica@itca.edu.sv

Sitio Web: www.itca.edu.sv

PBX: (503)2132-7423

FAX: (503)2132-7599

ÍNDICE

Presentación.	Pág. 5
La Importancia de la Gestión de Proyectos en la Industria de la Construcción. <i>Lic. Francisco Sorto Rivas</i>	Pág. 6
Diseño y Construcción de Vivienda Bioclimática de Interés Social. <i>Arq. Eva Margarita Pineda Ávila</i>	Pág. 13
Elaboración de Bio-resina Intercambiadora de Cationes, a partir de Cáscara de Plátano o Guineo, para Eliminar Metales Pesados en Agua Contaminada. <i>Inga. Alma Verónica García</i>	Pág. 17
Software Innovador de Programación Robótica aplicado en el Ámbito Educativo. <i>Lic. Manuel de Jesús Gámez López</i>	Pág. 25
Sistema de Gestión de Conocimiento para la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Centro Regional Zacatecoluca. <i>Lic. Geovani Antonio Osorio Hernández</i>	Pág. 31
Evaluación del Crecimiento y la Supervivencia de Ostra Japonesa (<i>Cassostrea gigas</i>) en Cultivos Desarrollados en Meanguera del Golfo, Departamento de La Unión, El Salvador. <i>Lic. Luis Ángel Ramírez Benítez</i> <i>Téc. Óscar Antonio Ayala Mestanza</i>	Pág. 35
Factores que Inciden en la Mortalidad del Camarón Marino en Cooperativas del Sector El Zompopero, Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. <i>Licda. Claudia Marisol Orellana Granados</i> <i>Téc. Josué Castro Miranda</i>	Pág. 39
Instrucciones a los Autores	Pág. 45

PRESENTACIÓN

Para la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, es un verdadero placer publicar la Revista Tecnológica No. 9, año 2016, cuyo contenido busca contribuir al fortalecimiento de las competencias en las áreas de educación, tecnología e industria y apoyar el desarrollo tecnológico y la innovación.

La Dirección de Investigación y Proyección Social, conjuntamente con el Equipo Editorial institucional, asume como uno de sus retos el posicionamiento de esta publicación periódica que propicia un espacio para el intercambio de experiencias, el aprendizaje y la promoción de la labor académica entre las Instituciones de Educación Superior (IES).

En tal sentido, el objetivo de la publicación es compartir con los sectores académico, empresarial, profesional y la sociedad en general los resultados de proyectos de investigación aplicada y otros temas de interés técnico o científico que faciliten su aplicabilidad en el aula y que aporten soluciones a problemas del sector productivo.

Esta Revista contribuye con conocimientos tecnológicos innovadores a la formación de profesionales comprometidos con las necesidades del país y que con su desempeño y competencias en su incursión laboral contribuyen con el desarrollo socio económico nacional. Los proyectos e investigaciones realizadas por docentes de ITCA-FEPADE e invitados aportan importantes insumos en las diferentes áreas abordadas.

En este número se incluye un tema sobre la importancia de la gestión de proyectos en la industria de la construcción, escrito por el Master Francisco Sorto Rivas, docente investigador de ISEADE-FEPADE.

Destacan resultados de investigación aplicada relacionados con bio-resina intercambiadora de cationes producida a partir de cáscara de plátano; el diseño de una vivienda bioclimática de interés social; desarrollo de un software innovador para programación robótica en el área educativa. Se incluyen dos artículos de interés en el área de acuicultura relacionados con la evaluación del crecimiento de la ostra japonesa en Meanguera del Golfo y los factores que inciden en la mortalidad, en el cultivo de camarón marino en la Bahía de Jiquilisco.

Agradecemos el valioso aporte intelectual de todos los autores que han participado en este número de la Revista Tecnológica de ITCA-FEPADE.

Equipo Editorial

La Importancia de la Gestión de Proyectos en la Industria de la Construcción

Francisco Sorto Rivas

*Master en Ciencias Económicas MCE, Docente Investigador
ISEADE-FEPADE. Email: fran.sorto@yahoo.com*

Resumen

En este artículo se resalta la importancia que tiene la gestión profesional de proyectos de construcción, para el éxito financiero de los contratistas, ya que muchas veces se descuida la labor de seguimiento de las obras, ignorándose a veces inclusive el cronograma de entregables, sujeto a las restricciones presupuestarias delimitadas durante la etapa de planificación. El control oportuno sirve para identificar desviaciones en las fechas de entrega programadas y en relación con el presupuesto original; a partir de ello, se pueden implementar medidas correctivas que eviten demoras inaceptables para los contratantes y que impidan la elevación de los costos más allá de la conveniencia financiera de los contratistas. El descuido en el control de los proyectos puede provocar, incluso, el abandono de proyectos o la ruina de los empresarios de la construcción. En todo caso, este control tiene por finalidad tomar decisiones oportunas para recuperar el tiempo perdido y evitar la sangría financiera detectada, en un momento determinado, durante la ejecución de los proyectos. Para garantizar una gestión responsable y profesional de los proyectos de construcción existen guías elaboradas por el Project Management Institute, Inc. y que forman parte del diseño curricular de los programas de posgrado relacionados con la gestión de proyectos, aunque la evaluación de proyectos es mucho más comprensiva y abarca la formulación y la evaluación financiera, no sólo la gestión. Este tipo de conocimientos deberían incluirse en la formación técnica de profesionales que se integrarán a la vida productiva del país, en algunos casos, como trabajadores independientes, siendo los conocimientos gerenciales fundamentales para el éxito de vida empresarial.

Palabras clave

Construcción, evaluación de proyectos, ingeniería de la construcción, control de costos, proyectos de construcción.

Abstract

The following article outlines the importance of professional management of construction projects that result in the financial success of contractors, since many times the monitoring of the works is disregarded, as well as the schedule for deliverables, subject to the budgetary constraints stated during the planning stage. Timely control helps identify discrepancies on the delivery dates and the original budget so that by doing this, corrective actions can be implemented to avoid unacceptable delays for the contracting parties and cost increase beyond the financial convenience of the contractors. Neglecting project control may even cause cancellation of projects or the bankruptcy of the construction entrepreneurs. Anyhow, this control aims to take timely decisions to make up for lost time and to avoid high costs by identifying them during the project implementation. To ensure professional and responsible construction project management there are guides established by the Project Management Institute, Inc. that are part of the curriculum design of the graduate programs related to project management. Project evaluation is much more comprehensive and it involves not only the management but also its design as well as the financial evaluation. This type of learning should be part of the technical training that professionals who will join the country's productive life as self-employed workers receive, since management skills are fundamental to a successful business life.

Keywords

Construction, project evaluation, construction engineering, cost control, construction projects

Recepción: 02/06/2016 - Aceptación: 15/06/2016

Introducción

La evaluación de proyectos es una precondition para la asignación eficiente de los recursos productivos de una organización, ya que antes de adquirir activos con los cuales las empresas obtendrían ingresos futuros, resulta necesario determinar su costo a efecto de cerciorarse que los ingresos esperados de la ejecución del proyecto, expresados a valor presente, superarían el costo de oportunidad de dichos recursos, en caso que éstos se hubieran invertido en otro emprendimiento con un nivel de riesgo equivalente.

Esta evaluación puede verse afectada, posteriormente, al implementarse el proyecto, a consecuencia de un ineficiente control de ejecución.

Esto último resulta crítico para los proyectos de construcción, dado que la programación de las actividades debe ceñirse a parámetros de tiempos de entrega de las obras, especificaciones técnicas y niveles aceptables de tolerancia en costos; esta planificación puede verse afectada por eventos ajenos al control de los contratistas, inclusive cuando se hayan realizado los estudios de suelo apropiados; pero aspectos del clima, programación de suministros y la gestión del recurso humano constituyen factores de riesgo importantes que pueden elevar, significativamente, los costos o extender los plazos de entrega, más allá de márgenes de ganancia aceptables para los inversionistas.

Claro está que existen riesgos que se pueden gestionar con facilidad al contratar seguros, disponer de garantías o acceso a algún tipo de fianza, trasladando con ello hacia terceros, eventuales pérdidas derivadas de eventos fortuitos que puedan perjudicar el desarrollo normal de las obras.

Es necesario mencionar aquí, que la formación técnica que se brinda a los estudiantes en instituciones técnicas de educación superior debería abarcar, además, el estudio básico de algunas áreas funcionales de los negocios, pensando en que algunos de sus graduados se independizarán, más adelante; por lo que, habría que brindarles nociones sobre costos, presupuestos y el control de los mismos.

GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Los proyectos de construcción requieren, por lo tanto, de una planificación detallada de actividades y de su

agrupación en “paquetes de trabajo” que permitan medir, objetivamente, el avance de las obras, así como su organización de manera secuencial, ciñéndose a la ruta crítica elaborada para tales efectos.

A este agrupamiento de tareas se le conoce como Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) en el argot de la industria de la construcción y el control riguroso de los hitos alcanzados facilita el control de tiempos, costos y la administración dinámica de los recursos físicos y humanos disponibles para la ejecución del proyecto.

La gestión de un proyecto de construcción abarca, por ende, la etapa de planificación, ejecución y control, como mínimo, para cerciorarse que los constructores obtendrán resultados financieros satisfactorios a sus intereses económicos.

Dichas etapas no son rígidas -en el caso de la construcción-, ya que cualquier desfase temporal requiere de reprogramaciones que inciden, naturalmente, sobre los costos.

De igual manera, pueden presentarse cambios de diseño sobre la marcha que deben costearse responsablemente para evitar que los contratistas pierdan dinero o vean comprometida su reputación.

No existen tampoco patrones universales para agrupar actividades en paquetes de trabajo o para la identificación de hitos; sin embargo, en la medida que los responsables de las obras sean expertos, cuenten con experiencia previa y conozcan la naturaleza y destino de las obras, más fácil les resultará diseñar un EDT útil para el control de la ejecución de las obras.

De igual manera, al organizar razonablemente bien la logística de la construcción en función de su grado de avance, se propician reducciones de costo durante el desarrollo.

El diseño de las actividades de construcción debe ir acompañado de un costeo responsable, a fin de disponer de las referencias apropiadas para la supervisión y el control del proyecto.

Al combinar el alcance de las actividades, el programa de ejecución y los costos asociados con cada una de sus etapas, resulta práctico usar herramientas convencionales de seguimiento como las contenidas

en la Guía del PMBOK elaborada por el Project Management Institute, Inc (PMI).

El control profesional del proyecto de construcción puede hacer la diferencia entre resultados financieros favorables o desfavorables para los contratistas, considerando que la improvisación puede ignorar detalles importantes para cumplir con los plazos de entrega y mantener los costos controlados.

CURVAS “S”

Ahora bien, al sobreponer sobre la programación de actividades relacionadas con la ejecución de una obra (Gráfico de Gantt), el valor acumulado de los costos incurridos al realizarlas, se construyen figuras curvas que semejan una S, de donde proviene el nombre de las referidas curvas, las cuales constituyen una verdadera herramienta de control de costos al darle seguimiento a las actividades a través de períodos regulares de tiempo, como semanas o meses; se apreciaría así cómo los costos comienzan a subir gradualmente al inicio de las obras, experimentándose un incremento significativo, con posterioridad, para luego reportarse incrementos marginales al final de la construcción.

Al graficar esta información en el primer cuadrante de un plano cartesiano donde las abscisas corresponderían al tiempo y las ordenadas, a los costos, se apreciarían figuras como las que aparecen a continuación:

PV Plan Value (Valor Programado)	Programado a la fecha de corte
AC Actual Cost (Costo Actual)	Avance Real a Precio Real
EV Earn Value (Valor Ganado)	Avance Real a Precio Presupuestado
BAC Budget At Completion (Presupuesto al Término)	Costo Total Programado

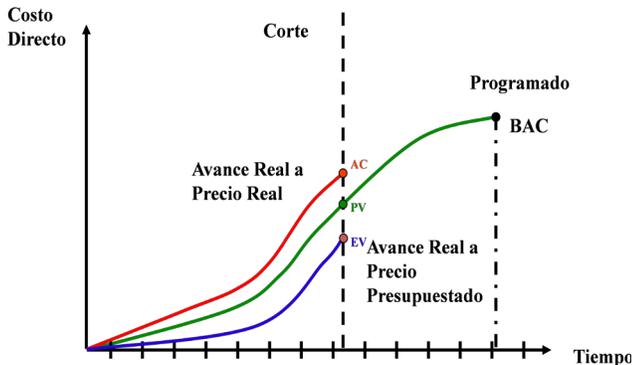


Gráfico 1. Curvas “S” • Fuente: ECOSOFT

A partir de los paquetes de trabajo identificados para el control de los avances de la obra y su respectivo costo, se elabora un presupuesto global que se va ejecutando a lo largo del tiempo, en función de la terminación de cada uno de los paquetes de entregables programados; dicho presupuesto sirve como línea base de control, denominándosele en el argot de la gestión de proyectos: Budget At Completion BAC (presupuesto al término); dicha línea está representada aquí con un color verde. Contra esta línea base del presupuesto se verifica, cada cierto tiempo –fecha estado-, cuál es el progreso logrado por las obras físicas de la construcción, así como los costos acumulados a esa fecha.

El avance real de la obra, según los costos presupuestados por cada paquete de trabajo se representan en este gráfico mediante la curva azul; mientras que la curva roja representa ese mismo avance físico, sólo que expresado, en esta ocasión, en términos de costos reales, no presupuestarios.

De la simple inspección de la gráfica se deduce entonces, que la obra se encuentra retrasada (EV-PV) y que los costos se hallan excedidos, tomando en cuenta lo presupuestado para ese nivel de avance (EV-AC).

VALOR GANADO

Dentro del ámbito del control de los proyectos se utiliza un concepto cuyos orígenes se remonta a más de 60 años atrás, el cual fue instaurado por las Fuerzas Armadas de los EE UU, el cual se ha venido extendiendo sistemáticamente gracias a la contribución del PMI y sus guías de trabajo (PMBOK), estando vigente desde hace algunos años su quinta versión, donde se introducen nuevas herramientas de control de tiempos de ejecución.

Este concepto de Valor Ganado corresponde al grado de ejecución de las obras -a una fecha determinada-, versus el programa de trabajo original para la referida fecha; todo esto expresado en términos de costos estimados. A esta medida de avance se le denomina Valor Ganado, identificándosele mediante las siglas EV (Earned Value); mientras que el trabajo planificado se identifica con las siglas PV (Planned Value); la diferencia que surge entre estas dos categorías nos indica el grado de desviación entre el plan y la ejecución; a esta variación se le identifica normalmente con las siglas

(1) El PV a una fecha estado se encuentra sobre la curva BAC.

SV (Scheduled Variance), aunque algunos autores se refieren a este indicador mediante la expresión VP, utilizando las siglas en español para referirse a la Variación de la Programación.

Esta herramienta de Valor Ganado permite reducir la subjetividad en el control de los proyectos, ya que se refiere a paquetes de trabajo claramente identificados que pueden estar terminados, avanzados o totalmente retrasados -a la fecha de evaluación-, respecto a la programación; al estar completamente terminados se les imputan los costos estimados correspondientes. Al comparar las actividades planeadas versus las ejecutadas, al costo estimado, se establece una diferencia, en términos de dinero; esta diferencia resultante de restarle al EV el PV, nos indica, mediante su signo si estamos adelantados, en tiempo o rezagados; un valor negativo sugiere claramente que el proyecto está rezagado y viceversa.

De igual manera al relacionar ambas categorías EV y PV, deducimos un nuevo indicador de control que se denomina SPI (Schedule Performance Index); al dividir el EV entre el PV deducimos un índice de desempeño útil para el control del proyecto que muestra el grado de avance o demora relativa de la obra; un valor superior a 1 indicaría el porcentaje de avance por encima de lo planificado, a una fecha determinada; si este indicador es inferior a 1, reflejaría cuál es el porcentaje de demora existente; siendo 1 la meta para esa fecha.

Este índice de desempeño sobre el avance del proyecto resulta útil hasta cierto nivel de progreso de la construcción, ya que en la medida que se acerca la finalización de la obra, dicho indicador tiende a subestimar el atraso de manera progresiva, es decir que, mientras más cerca está la finalización, menor desviación reporta el índice SPI.

Es precisamente por esa razón de subestimación, que el PMI ha ampliado sus programas de formación hacia la divulgación del concepto de Programación Ganada, como una extensión natural de la definición de Valor Ganado, aunque medido aquí en términos de tiempo, a diferencia del indicador EV expresado en dinero.

El Valor Ganado también se evalúa en términos de costos incurridos a una fecha determinada, a través del indicador AC (Actual Cost), que se refiere al costo acumulado a una fecha específica; al introducir este

indicador en el análisis se puede apreciar si los costos del proyecto, al nivel de avance en que se encuentra, están dentro de márgenes de tolerancia razonables o si los costos reportados, a pesar de encontrarse por debajo de los estimados, no corresponden a la suma que debería haberse erogado, dado el avance alcanzado a la fecha.

En otras palabras, de encontrarse el AC por encima del EV estaríamos excedidos en costos; la diferencia entre el Valor Ganado y el Costo Real o AC, se identifica mediante las siglas CV (Cost Variance); cuando dicho indicador, expresado en términos de unidades monetarias, es negativo, podría asegurarse que los costos superan lo programado, siendo así una señal de alarma para la implementación de medidas correctivas.

Al reordenar esas dos categorías (EV y AC) se obtiene un indicador de desempeño de utilidad indiscutible, denominado CPI (Cost Performance Index); al referirnos a este indicador mediante el calificativo de indiscutible nos sujetamos al hecho que, a diferencia del SPI, no presenta sesgo alguno al acercarse la finalización del proyecto; siempre mostrará si los costos se excedieron de lo planificado o no.

Cabe enfatizar aquí, que los indicadores CV y CPI constituyen una herramienta útil para el control de costos, ya que el primero refleja situaciones de sobrecostos en términos absolutos, por ejemplo, cuando su valor tiene signo negativo; mientras que el segundo indicador nos brinda un dato relativo sobre la eficiencia en el uso de los recursos financieros, ya que un coeficiente inferior al 1 supondría, en cierta forma, cuánto de avance del proyecto se ha logrado por dólar de presupuesto.

La utilidad del Análisis del Valor Ganado (AVG), en términos de desviación de la programación, dado que los indicadores están expresados en dinero, no resulta tan categórica como sucede en el caso de los costos, especialmente cuando nos acercamos a la finalización del proyecto y el SV tiende a disminuir de manera progresiva en función de la culminación de la obra.

A continuación se presentan las siglas o acrónimos de los indicadores convencionales utilizados para el control de los costos y avances físicos de un proyecto de construcción:

Cuadro 1. Categorías e Indicadores sobre la Gestión de Proyectos

Acrónimo	Término	Interpretación
PV	Planned Value (Valor planeado)	Al día de hoy cuál es el valor estimado del trabajo planificado.
EV	Earned Value (Valor ganado)	Al día de hoy cuál es el valor estimado del trabajo realizado.
AC	Actual Cost (Costo Actual)	Al día de hoy cuál es el costo del trabajo realizado.
BAC	Budget at Completion (Presupuesto)	Monto presupuestado para todo el proyecto.
EAC	Estimate at Completion (Costo total)	¿Cuánto costará todo el proyecto?
ETC	Estimate to Complete	Cuál es el costo pendiente de llevar a cabo para terminar el proyecto.
VAC	Variance at Completion	Al día de hoy cuánto esperamos que sea la desviación con respecto al presupuesto.
Cost Variance (CV)	EV-AC	Negativo representa estar sobre el presupuesto, positivo representa estar bajo el presupuesto.
Schedule Variance (SV)	EV-PV	Negativo es atrasado en tiempo, positivo es adelantado en el tiempo.
Cost Performance Index (CPI)	EV/AC	Estamos obteniendo \$X de cada \$1 invertido.
Estimate at Completion (EAC)	EAC = BAC / CPI EAC = AC + ETC EAC = AC + (BAC - EV)	Al día de hoy, cuánto estimamos el proyecto total que cueste.
To complete performance Index	TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC) TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)	Para mantenernos dentro del presupuesto cuál debe ser nuestro índice de desempeño.
Estimate to complete	ETC = EAC - AC ETC = BAC - EV	¿Cuánto más costará el proyecto?
Variance at completion	VAC = BAC - EAC	¿Cuál será la desviación al final del proyecto?

Fuente: Project Management Institute.

El propósito del control consiste en corregir desviaciones significativas entre la fecha prevista de entrega de la obra y el grado de avance identificado a una fecha de corte particular-fecha estado-; es precisamente para esto que se dispone de los índices de desempeño SPI y CPI, ya que está demostrado, estadísticamente hablando, que el 70% de los proyectos registran sobrecostos y se atrasan y que, además, el 52% de los proyectos registran costos cercanos al 190% de su presupuesto original; mientras que algunos de ellos simplemente no se logran terminar.

Por lo tanto, el “Análisis del Valor Ganado” sirve para estimar el costo que supondría culminar los proyectos a partir de una fecha determinada.

La diferencia entre el presupuesto inicial (BAC) y el presupuesto estimado al finalizar el proyecto (EAC) permitiría contar con un dato aproximado acerca de la desviación entre el valor estimado original y el costo estimado al vencimiento, a partir de una fecha específica.

Cabe señalar, en todo caso, que el valor estimado al vencimiento puede calcularse tomando en cuenta diversos supuestos; en función de ellos, el costo estimado al vencimiento diferiría entre un método y otro.

Si se supone, por ejemplo, que el índice de desempeño en costos (CPI) refleja una situación que se mantendría a lo largo del proyecto, el costo total al final del proyecto se establecería al dividir el BAC entre el CPI. Esto supondría que las variaciones observadas en materia de costos a la fecha estado se mantendrían a lo largo del proyecto y, por lo tanto, afectarían sistemáticamente los costos de ejecución.

Naturalmente que antes de estimar mecánicamente el EAC a partir del CPI, sería necesario indagar sobre las causas que explican una inadecuada gestión de costos, de ser el caso, ya que al identificarlas pueden adoptarse medidas para mitigar su impacto sobre los costos totales a la finalización del proyecto.

En esa misma línea de supuestos, podríamos considerar que, si el índice de desempeño del cronograma (SPI) reproduce una situación que continuará incidiendo sobre la ejecución del proyecto, a futuro, se conjugaría el sobrecosto con el atraso en la ejecución de la obra y para calcular el EAC, lo más adecuado sería dividir el BAC entre el producto del CPI y el SPI. En este caso consideraríamos que la variación en costos y cronograma, son típicas del proyecto, ergo, afectarían los costos de manera permanente.

En todo caso, deberían explorarse alternativas para corregir los excesos de gastos mediante outsourcing, la reprogramación del trabajo para reducir tiempos ociosos y el pago de horas extras, la contratación de mano de obra menos calificada en tareas que no sean claves para cumplir con las especificaciones de la construcción, el arrendamiento de equipo, etc.

Habría que agregar aquí, que al producto entre el CPI y el SPI se le conoce con el nombre de Índice de Costo-Programación (CSI), sabiéndose que mientras más se aleje dicho índice de 1, menos probabilidades habrá de que el proyecto se recupere, según lo señalan expertos en el tema.

Cuadro 2. Índice de Costo - Programación

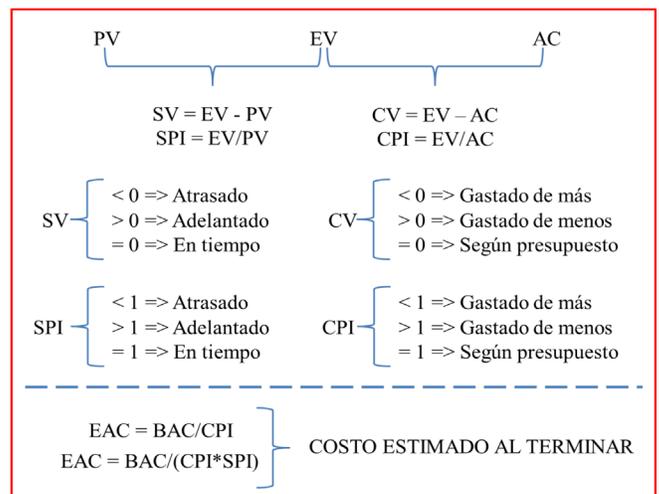
Índice	Nivel de Alarma
0.9 < CSI < 1.2	OK
0.8 < CSI < 0.9 o 1.2 < CSI < 1.3	CHEQUEE
CSI < 0.8 o CSI > 1.3	BANDERA ROJA

Fuente: BG Bernardo García, Adiestramiento y Asesoría.

En el cuadro 2 se identifican rangos de control según la lógica de los colores del semáforo; el primer rango sería un verde, el siguiente correspondería a amarillo; mientras que el último sería rojo que debería disparar las alarmas de los responsables de la gestión del proyecto.

A continuación se presentan de forma esquemática las fórmulas y el significado de los principales indicadores de control de proyectos:

Gráfico 2. Fórmulas de Indicadores de Gestión de Proyectos



Fuente: Elaboración propia.

En la parte superior se observa que los valores de donde se originan los indicadores de desviación y de desempeño son el PV, EV y AC, con los cuales podemos medir el grado de cumplimiento del programa y de los costos presupuestados por entregable; mientras que los índices reflejan, de alguna manera, la eficiencia en el uso de los recursos financieros y del tiempo previsto para la conclusión de las obras.

De igual manera, en la parte inferior del Gráfico 2 se destaca la utilidad del AVG para proyectar los costos que supondría la terminación de la obra, considerando la tipicidad en la eficiencia de los costos y de la programación, medida a través del CSI.

ENSEÑANZA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

Es frecuente encontrarse ahora con programas de estudio de diferentes áreas del conocimiento, donde se reconoce la importancia de la gestión de costos para el éxito empresarial y, además, de otros conocimientos cubiertos por la gestión de proyectos contemporánea, tales como la definición del alcance de actividades que,

por analogía, podemos denominar del ámbito de los proyectos; la gestión de la calidad, por ejemplo; la adquisición de equipos y demás recursos productivos o la administración del recurso humano en sí misma.

La literatura moderna sobre gestión de proyectos incorpora pautas contenidas en la Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUIA DEL PMBOK), del Project Management Institute.

La enseñanza de este tipo de disciplinas resulta más provechosa para los estudiantes cuando es práctica, es decir, tipo taller, ya que así se internaliza intuitivamente cada concepto y se entiende mejor la lógica subyacente a las técnicas de control para la toma de decisiones.

En la actualidad, existen diversos sistemas informáticos que simplifican mucho la vida, pero para negocios pequeños no es necesario contar con programas especializados; basta con una hoja de Excel, pero lo que sí es necesario es el manejo conceptual sobre la gestión de proyectos y, más concretamente, sobre la gestión de costos. Esta gestión debe entenderse desde el costeo de las actividades necesarias para la entrega de los bienes o servicios previstos por el proyecto, pasando por su vaciado en un presupuesto y terminando con el monitoreo de los mismos para la adopción de medidas correctivas, de ser el caso.

La enseñanza sobre la gestión de proyectos o de costos, debería formar parte de las disciplinas complementarias a la formación técnica de cualquier escuela que prepara profesionales para su inserción, alternativamente en el mercado laboral o en el empresarial.

Un técnico puede emplearse o dedicarse a trabajar por cuenta propia; en este último caso, la formación básica en la gestión de negocios y el establecimiento de precios competitivos por sus servicios es clave,

procurando fijar un margen de ganancia razonables para la acumulación ampliada de su acervo de capital; caso contrario, sólo obtendría lo esencial para la reproducción simple de su trabajo a lo largo del tiempo.

Bajo esta óptica, las escuelas técnicas de Educación Superior deberían incluir, dentro de sus programas de estudio, asignaturas básicas y de carácter complementario que brinden a sus graduados conocimientos y competencias sobre cómo elaborar un presupuesto y evitar que las contingencias o eventos no previstos, terminen afectando la rentabilidad de su proyecto de construcción.

Conclusiones

Sobre la importancia del control de proyectos en general y de sus costos en particular, cabe citar a Norberto Figueroa, quien sostiene que: “Un proyecto llevado a cabo sin la gestión de control de costo y técnicas de proyecciones de presupuesto, probablemente estará en lista para un posible sobre-costo. Una supervisión del presupuesto hecha frecuentemente evita estos problemas. Un presupuesto controlado con tiempo con un 10 por ciento de desvío es mucho más fácil de corregir que uno descubierto más tarde con un 50 por ciento. Las posibilidades de mantener el proyecto en línea a través de las frecuentes revisiones del costo es mucho mayor que si hacemos el presupuesto y nos olvidamos de él”. De ahí que, la gestión profesional de proyectos resulte crítica para cumplir con los tiempos de entrega y el control de los costos en la industria de la construcción, es decir, para el éxito financiero de los inversionistas que desarrollan esta actividad.

Agradecimientos

Agradezco a la señora Cristina de Chávez por su apoyo para la redacción de este artículo.

Referencias

LIBROS

FIGUEROA, Norberto. Técnicas para Manejar el Sobre Costo en los Proyectos [en línea]. Octubre 2012. [fecha de consulta : 25 marzo 2016]
Disponible en: <https://articulospm.files.wordpress.com/2012/10/tecnicas-para-manejar-sobre-costos.pdf>

GUÍA de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). 5ª. ed. San Diego : Project Management Institute, 2014. 589 p.
ISBN: 9781628250091

NAVARRO, Diego. (2006). Dirección de Proyectos : seguimiento de proyectos con el análisis del valor ganado. Project Management Institute [entrada de Blog]
Recuperado de: <http://direccion-proyectos.blogspot.com/dnavarri@armell.com>

SORTO Rivas, Francisco. Apuntes de clases de la cátedra Costeo de Actividades del Proyecto. El Salvador : Universidad Dr. José Matías Delgado, UJMD, 2016,

SORTO Rivas, Francisco. Apuntes de clases de la cátedra Evaluación de Proyectos. El Salvador : Instituto Superior de Economía Administración de Empresas, ISEADE, 2016.

SORTO Rivas, Francisco. Gestión de proyectos de construcción. Empresa (12): 34-40, 2016.
ISSN 1998-636X

ST-MARTIN, Remi y FANNON, David. Gestión del Valor Ganado del Trabajo en Curso. Project Management Institute [en línea]. 2010. [fecha de consulta: 13 octubre 2015].
Disponible en: <https://americalatina.pmi.org/latam/KnowledgeCenter/Articles/-/media/2B437B5C09974800A9EE8654AE0323C0.ashx>

Diseño y Construcción de Vivienda Bioclimática de Interés Social

Eva Margarita Pineda Ávila

Arquitecta, Docente Investigadora, Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura, ITCA-FEPADE Sede Central. Email: eva.pineda@itca.edu.sv

Resumen

Con el objetivo de proporcionar una alternativa para minimizar el déficit habitacional del país y mejorar el confort interior de las viviendas, la Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura en asocio con Hábitat El Salvador, ha generado una propuesta de diseño y construcción de una vivienda bioclimática de interés social que cumpla con las necesidades básicas de confort de las familias, que sea amigable con el medio ambiente y que se aprovechen al máximo las condiciones climáticas que rodean a la vivienda. Para ello, se efectuaron estudios de asoleamiento, vientos y ubicación geográfica, entre otros. La vivienda contará con los espacios básicos para un mejor confort de las familias. Esta propuesta podría ser implementada por Hábitat El Salvador, como una alternativa que contribuya en cierta medida a solucionar la problemática habitacional del país.

Palabras clave

Arquitectura bioclimática, arquitectura - diseño y planos, vivienda - bioclimática, diseño de vivienda, vivienda rural.

Abstract

In order to provide an alternative to reducing the country's housing deficit and to improve indoor comfort in houses, the School of Civil Engineering and Architecture in conjunction with Hábitat El Salvador, has come up with a bioclimatic low-income house design and construction proposal that meets a family's basic comfort needs, it is environmentally friendly, and takes advantage of the climatic conditions surrounding the house. For this purpose, sunlight-wind conditions and geographic location assessments were taken. The house will have the basic rooms needed for a better comfort. This proposal could be executed by Hábitat El Salvador as an alternative to solving in a way, the country's housing issue.

Keywords

Bioclimatic architecture, architecture - design and blueprints, bioclimatic house, housing design, rural housing.

Introducción

Las familias de bajos ingresos económicos en El Salvador son las más propensas a generar asentamientos precarios e ilegales en las zonas metropolitanas, periurbanas y rurales; también hace que estas personas ocupen propiedades privadas, del Estado o zonas declaradas de alto riesgo. Lo anterior provoca contaminación por el inadecuado almacenamiento, recolección y eliminación de los desechos sólidos domésticos, incrementando los riesgos para la salud de las familias y creando un entorno desagradable para la vida. Esto tiene repercusión en el urbanismo y estética de las ciudades, generando marginación a la población.

Por otra parte, la utilización de recursos naturales que se usan como materiales para la construcción de viviendas contribuye al aumento de las emisiones de

gases de efecto invernadero y afecta.

Por lo tanto, se considera necesario la implementación de viviendas bioclimáticas para dar una solución a las familias de bajos ingresos económicos, las cuales, además de ser "amigables" con el medio ambiente, deben brindar confort, seguridad y sentido de pertenencia a las familias.

La arquitectura bioclimática podría definirse como la arquitectura que se dedica al estudio y diseño de elementos y condiciones para lograr un máximo confort dentro de la edificación y con el mínimo gasto energético. Ver Figura 1.

Recepción: 18/05/2016 - Aceptación: 15/06/2016

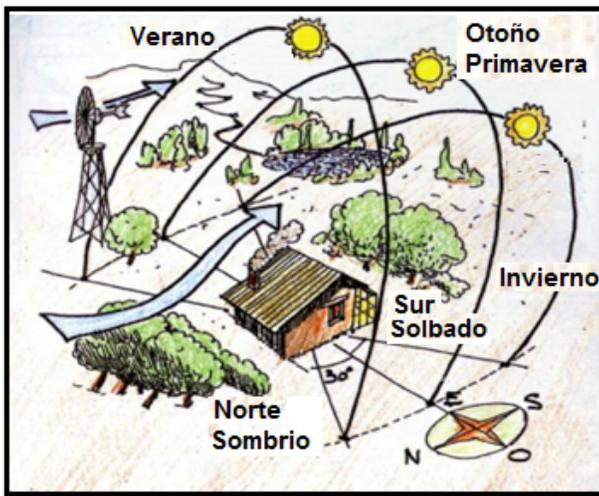


Fig. 1. Diagrama de estudio de las condiciones climáticas del entorno

Fuente: Sitio Web, <http://arquitecturamodelo.blogspot.com>

El bioclimatismo juega exclusivamente con los elementos arquitectónicos de las viviendas, es decir orientaciones en sus fachadas, materiales con los que se construye, ventanas, techos y otros. Con ello se consigue una eficiencia energética pero sin utilizar en un 100% los servicios básicos, los cuales pudieran considerarse como complementarios.

Los objetivos importantes que el bioclimatismo considera son: armonizar los espacios creando las condiciones óptimas de confort y bienestar para sus ocupantes; crear espacios que cumplan con una finalidad funcional y expresiva y que sean física y psicológicamente adecuados que propicien el desarrollo integral del hombre y sus actividades. Con el bioclimatismo se generan las condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire.

La arquitectura bioclimática no solo trata de promover un tipo más de diseño, sino que intenta sentar las bases para que haya una toma de conciencia y un cambio de actitud respecto a la práctica proyectual, al medio ambiente y al uso de la energía.

En El Salvador la industria de la construcción impacta zonas boscosas para satisfacer los exigentes gustos de los clientes corporativos y residenciales, sin considerar a fondo la repercusión que trae consigo para el hábitat. Esto acrecienta el daño ambiental en el ecosistema del país contribuyendo al cambio climático.

PROPUESTA DE DISEÑO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL BIOCLIMÁTICA

En nuestro país el concepto de arquitectura bioclimática está siendo adoptado recientemente; pocas edificaciones toman sistemas de ventilación e iluminación naturales, y es poco usual que se realice un buen estudio solar y de vientos en el terreno, para buscar un óptimo emplazamiento de la vivienda.

La propuesta que se presenta es una innovación del concepto de vivienda de interés social en El Salvador. Dicha propuesta se emplazó en la zona de Aguilares, departamento de San Salvador, donde se realizaron las investigaciones para el diseño de la vivienda bioclimática.

La distribución arquitectónica de la vivienda consta de correcta distribución de ventanas para lograr una óptima ventilación natural cruzada. Se han colocado estratégicamente en sentido norte-sur, aprovechando los vientos y disminuyendo los rayos directos del sol. Ver Figura 2.



Fig. 2. Perspectiva de vivienda bioclimática, fachada principal, ubicación de ventanas para ventilación

Las paredes del este recibirán el sol de la mañana y las del oeste el sol de la tarde; para efecto de disminuir el calentamiento de éstas, se propone el uso de pérgolas verdes o jardines verticales, utilizando enredaderas o plantas de la zona donde se ubique el proyecto.

La iluminación cenital es aprovechada en el punto medio de la vivienda evitando espacios oscuros.

El diseño contempla el aprovechamiento de lo que rodea la vivienda. La cocina que es uno de los espacios más

calientes de la casa, se ubica al este para que solo reciba el sol suave de la mañana. Los dormitorios se ubicaran al norte, donde ingresan los vientos, además de poseer losa con techo verde para climatizar el ambiente; un techo verde es una estructura que permite vida vegetal sobre ella, lo cual ayuda a climatizar ambientes y alargar la vida útil del techo. Ver Figura 3. Cabe la aclaración que la ubicación de los espacios antes mencionada,

responde a un terreno donde la circulación vehicular o calle principal de acceso al terreno, este al sur; si el terreno tiene su acceso principal de la calle hacia el terreno en el norte, la fachada principal debe ubicarse al norte y los dormitorios hacia el sur y la cocina ubicada en el lado este. El cambio de ubicación de los espacios se implementaría en todas las áreas de la vivienda para responder siempre a los criterios de bioclimatismo.



Fig. 3. Perspectiva de vivienda bioclimática, fachada posterior, ubicación de losa verde sobre habitaciones

La sala consta de una ventana con repisa baja para aumentar la ventilación y optimizar el efecto chimenea en la ventana cenital, colocada entre la sala-comedor-cocina. Se incluye un acceso secundario hacia el área posterior del terreno. Ver Figura 4.

Los techos están diseñados para el máximo aprovechamiento de luz y viento. La pendiente se inclina al sur, cayendo a un canal que se encargará de recoger agua lluvia para usos domésticos.



Fig. 4. Perspectiva de vivienda bioclimática, sala-comedor-cocina

Otras ventajas que posee la propuesta de diseño de la vivienda bioclimática son: la incorporación al interior de la vivienda de la zona del cuarto de baño, el cual cuenta con sanitario, lavamanos y ducha; así también se destinó sitios de mobiliario para diferentes áreas, que en la actualidad no poseen las viviendas de este tipo; como, mueble pantry para la cocina, lavatrastos, closet o ropero en los dormitorios. Otra cualidad es la altura

máxima que tiene uno de los techos que es de cuatro metros, lo que ayudara a mejorar el confort interno. Cabe mencionar que el costo de construcción de la vivienda se encuentra dentro del rango económico de la tipología de viviendas de interés social, con lo cual enfatiza que la arquitectura bioclimática puede estar al alcance de todas las personas.

Conclusiones

La implementación de la arquitectura bioclimática en la industria de la construcción de viviendas de interés social en el país, ayudará a generar una manera menos agresiva de construir sin dañar al medio ambiente y sin detrimento al crecimiento como sociedad y país.

Si se inicia con la mayor área de desarrollo de la industria de la construcción en la actualidad, que es la construcción de viviendas, se daría respuesta a la necesidad de las familias de bajos ingresos económicos.

Si se deja de lado la idea de que implementar este tipo de arquitectura para vivienda bioclimática está fuera del alcance de estas familias, con esta propuesta se muestra

que al realizar un estudio de las condiciones ambientales del lugar, se dará respuesta a tres necesidades actuales:

- Construir viviendas bioclimáticas para personas de escasos recursos con el apoyo de instituciones de proyección comunitaria.
- Contar con viviendas bioclimáticas que brinden espacios de confort a las familias y que respondan a las necesidades básicas.
- Contribuir a la disminución del daño ambiental del país.

Glosario

BIOCLIMATISMO: Principio de concepción de la arquitectura que apunta a utilizar por medio de la arquitectura misma los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del confort térmico.

CONFORT TÉRMICO: Es un concepto subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrolla.

CENITAL: Se aplica a la luz natural que penetra a través de una ventana o claraboya abierta en el techo.

ASOLEAMIENTO: Asoleamiento o soleamiento cuando se trate de la necesidad de permitir el ingreso del sol en ambientes interiores o espacios exteriores donde se busque alcanzar el confort. Es un concepto utilizado por la Arquitectura bioclimática y el bioclimatismo.

DESARROLLO SOSTENIBLE: Se llama desarrollo sostenible aquél desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que se puede mantener.

Referencias

BOLETÍN climatológico anual de 2014 [en línea]: San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. [fecha de consulta 18 noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/UserFiles/meteorologia/climatico2015.pdf>

CARTA urbana [en línea]: Anteproyecto Ley de vivienda de Interés social: una necesidad palpable una propuesta para el acceso de los más pobres. San Salvador, El Salvador: FUNDASAL, 2010. [fecha de consulta: 15 noviembre 2015]. Disponible en: <http://repo.fundasal.org.sv/70/1/carta%20urbana160.pdf>

VAN Lengen, Jengen. Manual del arquitecto descalzo : cómo construir casas y otros edificios. México, D.F.: Árbol Editorial, 2002. 541 p. ISBN: 9688606170

Elaboración de Bio-resina Intercambiadora de Cationes a partir de Cáscara de Plátano o Guineo para Eliminar Metales Pesados en Agua Contaminada

Alma Verónica García

Inga. Química, Docente Investigadora, Escuela de Ingeniería Química, ITCA-FEPADE Sede Central. Email: alma.garcia@itca.edu.sv

Resumen

Esta investigación tuvo por objetivo obtener una bio-resina intercambiadora de cationes utilizando cáscaras de guineo o plátano, la cual reduzca la concentración de metales pesados en agua contaminada. A esta bio-resina se le realizaron pruebas fisicoquímicas: densidad seca aparente, pH y solubilidad en agua y solventes orgánicos. Se evaluó su efectividad filtrando agua contaminada con metales pesados, tales como hierro, cromo y níquel (Fe^{3+} , Cr^{6+} y Ni^{2+}), variando las condiciones de tiempo de contacto, temperatura y el tipo de cáscara. La cuantificación de la concentración de los metales en el agua filtrada se llevó a cabo por espectrofotometría visible. Se llegó a la conclusión que la bio-resina obtenida es efectiva para disminuir la concentración de metales pesados en agua, teniendo especial afinidad química por el cromo hexavalente; metal pesado que logró remover arriba del 90%. Las condiciones óptimas de operación de la bio-resina son a 30°C y 90 minutos de tiempo de contacto con la muestra. Además, las pruebas fisicoquímicas, permitieron tipificarla preliminarmente como una resina de intercambio catiónico débil con un grado de entrecruzamiento bajo.

Palabras clave

Bio-resina, intercambio de cationes, metales pesados, espectrofotometría visible, residuos agrícolas.

Abstract

This research aimed to obtain a cation exchange bio-resin, using plantain or banana peels, that reduces the concentration of heavy metals in contaminated water. The bio-resin underwent physico-chemical tests like apparent dry density, pH, solubility in water and organic solvents. Its effectiveness was tested by filtering contaminated water with heavy metals such as iron, chromium and nickel (Fe^{3+} , Cr^{6+} and Ni^{2+}) and by varying contact time conditions, temperature and type of peel. The measure of concentration of metals in filtered water was taken through visible spectrophotometry. We concluded that the resulting bio-resin is effective in reducing the concentration of heavy metals in water, showing special chemical affinity with hexavalent chromium, a heavy metal that was able to remove above 90%. The bio-resin optimum working conditions are 30°C and 90 minutes of contact with the sample. Also, the physico-chemical tests allowed to preliminary typify it as a weak cation exchange resin with a low degree of crosslinking.

Keywords

Bio-resin, cation exchange, heavy metals, visible spectrophotometry, agricultural waste.

Introducción

Para nadie es un secreto que en El Salvador la calidad del agua es un problema socio-ambiental y que se ve afectada principalmente por desechos domésticos, industriales, agroindustrias y agrícolas. Uno de los antecedentes más trágicos de la historia ambiental reciente en nuestro país es la contaminación por plomo que ocasionó Baterías de El Salvador, mejor conocida como Récord, en el Sitio del Niño en San Juan Opico, La Libertad (Edith Julieta Campos, 2009).

Se entiende por metales pesados a un grupo cercano a los 40 elementos de la tabla periódica que tienen una densidad mayor o igual a 5 g/cm^3 . A diferencia de otros elementos que son esenciales para el crecimiento como el sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), cobre (Cu), entre otros, los metales pesados pueden tener efectos tóxicos sobre las células, principalmente como resultado de su capacidad para alterar o desnaturalizar las proteínas (Marco Alejandro Cañas Navarro, 2013).

Recepción: 15/05/2016 - Aceptación: 15/06/2016

De acuerdo a Platt (Sánchez, 2001) los metales tienen tres vías principales de entrada en el medio acuático: a) La vía atmosférica, por la sedimentación de partículas emitidas a la atmósfera por procesos naturales o antropogénicos, b) La vía terrestre, producto de filtraciones de vertidos, de la escorrentía superficial de terrenos contaminados y otras causas naturales y c) La vía directa, la cual ocurre a consecuencia de los vertidos directos de aguas residuales industriales y urbanas a los cauces fluviales.

Los metales pesados no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales porque no son biodegradables. Por este comportamiento bioacumulativo, son considerados como indicadores de la calidad del agua debido a su toxicidad.

Es así como nació el interés por esta investigación, que tuvo por objetivo general elaborar una resina intercambiadora de cationes utilizando cáscaras de guineo o plátano, la cual sirva para reducir metales pesados en agua contaminada. La pionera en este tipo de temas es la científica brasileña Milena Boniolo, doctora en ciencias químicas de la Universidad de Federal de Sao Carlos en Sao Paulo, Brasil, quien descubrió (Boniolo, 2008) que, luego de ser sometida a cierto proceso, la cáscara de plátano puede limpiar agua contaminada con metales pesados hasta en un 65%.

A nivel regional también se han hecho investigaciones, más que todo como trabajos de grado. Las que han arrojado resultados significativos son la realizada por estudiantes de Licenciatura en Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador (Ana María Alvarado Chávez, 2013), que consistió en un estudio de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de *Musa sapientum* (banano) utilizadas como filtro, llegando a la conclusión que la cáscara retiene más del 95% del plomo en el agua contaminada, y otra en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la cual se demostró que dicha cáscara puede reducir la concentración del arsénico en aguas contaminadas hasta en un 80% (Alvarado, 2012).

En la cáscara de plátano existe un gran número de moléculas con carga negativa. Estas moléculas tienen un gran poder de atracción sobre la carga positiva de los metales pesados.

La cáscara de banano cuenta en su composición

química con grupos funcionales capaces de adsorber metales pesados, como el hidroxilo y el carboxilo, que se encuentran en la fibra cruda en forma de lignina, celulosa y hemicelulosa (Carrión, 2013). Esta hace que la cáscara pueda funcionar como una resina de intercambio iónico (García, 2011) a través del fenómeno conocido como fisisorción¹.

En este artículo se presenta la metodología utilizada, seguida de la descripción de la parte experimental, la cual incluye cómo se ha realizado la transformación de las cáscaras de plátano y guineo en una bio-resina intercambiadora de cationes, las pruebas fisicoquímicas a las que fue sometida, la comprobación de su efectividad por medio de la filtración de una muestra de agua con cantidades conocidas de metales pesados (cromo hexavalente, hierro (III) y níquel (II)). Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Desarrollo

1. METODOLOGÍA

Es una investigación de tipo experimental y retrospectiva por tener como objeto de estudio la manipulación de variables experimentales bajo condiciones controladas, además de poseer un carácter exploratorio, pues se realiza con el propósito de obtener datos fieles y seguros para que sirvan de base en estudios futuros. Todas las determinaciones y caracterizaciones se hicieron por duplicado y se calcularon los promedios para reportar los resultados.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Se realizó en las siguientes etapas.

2.1 Recolección y tratamiento de cáscara de plátano o guineo maduros.

La mayor parte de las cáscaras tanto de plátano (*Musa balbisiana*), como de guineo (*Musa paradisíaca*) fueron suministradas por la Cafetería Escuela de ITCA-FEPADE, pues son desechos de sus actividades diarias; se aprovechó esta circunstancia para asegurarse de una provisión diaria y de volumen considerable. Las cáscaras fueron secadas y tratadas como puede apreciarse en la Figura 1.

⁽¹⁾ Aquel por medio del cual, un elemento o compuesto químico, se adhiere a una superficie, que puede estar formada por el mismo tipo de compuesto o por alguno diferente, y en el que la especie adsorbida (fisisorbida) conserva su naturaleza química (Wikipedia)



Fig. 1. Recolección, secado y triturado de las cáscaras de guineo y plátano. [Elaboración propia]

2.2 Elaboración de muestras de agua con concentraciones conocidas de los Metales Pesados de estudio.

Se elaboraron 4 litros de muestra de agua, con concentración de 20 ppm de los siguientes metales: Fe (III), Ni (II) y Cr (VI); se añadió ácido nítrico para conservar su estabilidad y se almacenó en refrigeración. Se prepararon de la siguiente manera:

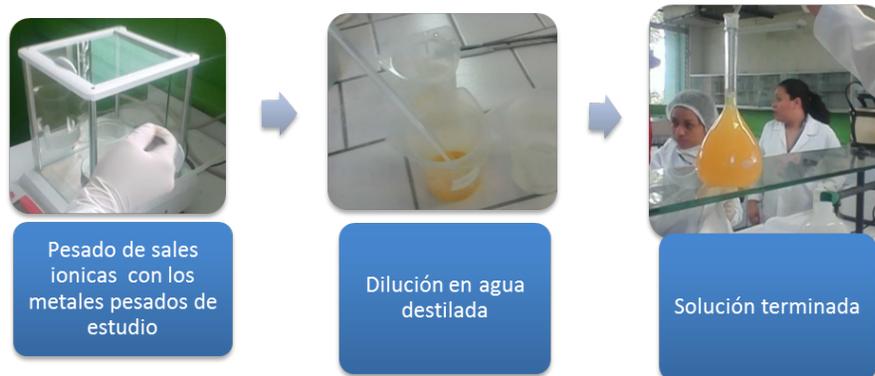


Fig. 2. Elaboración de muestra de agua con metales pesados. [Elaboración propia]

2.3 Elaboración del filtro con la bio-resina, cacterización y pruebas de efectividad.

Se utilizaron columnas cromatográficas como soporte para la bio-resina. En ellas se dispuso la cantidad necesaria de bio-resina a utilizar, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Fig. 3. Filtros elaborados con la bio-resina. [Elaboración propia]

2.3.1 Caracterización de la bio-resina.

Determinación de pH. Se determinó el pH de la bio-resina, por el método potenciométrico, utilizando 2 gramos de muestra de bio-resina.

Densidad aparente seca. Se hizo por método gravimétrico; se pesó una probeta vacía; luego se llenó la probeta con la bio-resina hasta la marca de 10 cm³ y se calculó la densidad promedio.

Solubilidad en agua. Se pesaron 2 gramos de resina en un beacker de 50 ml; se agregaron 20 ml de agua destilada; se agitó y se dejó reposar. Se repitió el mismo procedimiento utilizando etanol y bencina de petróleo. Finalmente se reportó como soluble o insoluble.

2.3.2 Pruebas de efectividad de la bio-resina.

En todas las pruebas el volumen de muestra utilizado por cada filtro fue de 100 ml.

Cantidad de bio-resina. Se buscó comprobar si la cantidad de bio-resina influye en el porcentaje de remoción de metales pesados en una muestra de agua; para ese efecto se hicieron pruebas, una utilizando 20 gramos de la bio-resina y otra con 30 gramos, distribuidas en los filtros como se pueden apreciar en la Figura 3. Se recolectó y guardó el filtrado en frascos ámbar, los cuales se almacenaron en refrigeración para su posterior análisis.

Tiempo de contacto. De la misma forma se trató de valorar la influencia del tiempo de contacto de la muestra de agua en la capacidad de remoción de metales de la bio-resina. Esta prueba se realizó en paralelo al experimento anterior, con las mismas cantidades de bio-resina descritas en el apartado que precede. Se agregaron 100 ml de muestra de agua a cada filtro. Variando los tiempos de contacto en 30 ó 90 minutos. Al completar el tiempo respectivo, se abrió la válvula de la columna y se evacuó su contenido.

Temperatura. También se realizaron pruebas de filtración cambiando la temperatura (30 °C, 40 °C y 50 °C) y el tipo de cáscara (guineo o plátano).

2.3.3 Cuantificación de metales pesados después de la filtración.

Una vez recolectados todos los filtrados, se cuantificó la concentración de metales pesados en un espectrofotómetro visible; para el níquel se utilizó el método de la dimetilgloxima (DMG), se midieron las absorbancia a 463 nm; para el hierro, el método de la fenantrolina, con una longitud de onda de 510 nm y para el cromo hexavalente, se basó en la reacción del mismo con 1,5-difenilcarbazida en medio ácido y se midió espectrofotométricamente a una longitud de onda de 543 nm. En todos los casos no se utilizaron soluciones estándares, pues se hizo uso de kits de reactivos listos para usar en métodos pre programados en el espectrofotómetro visible.

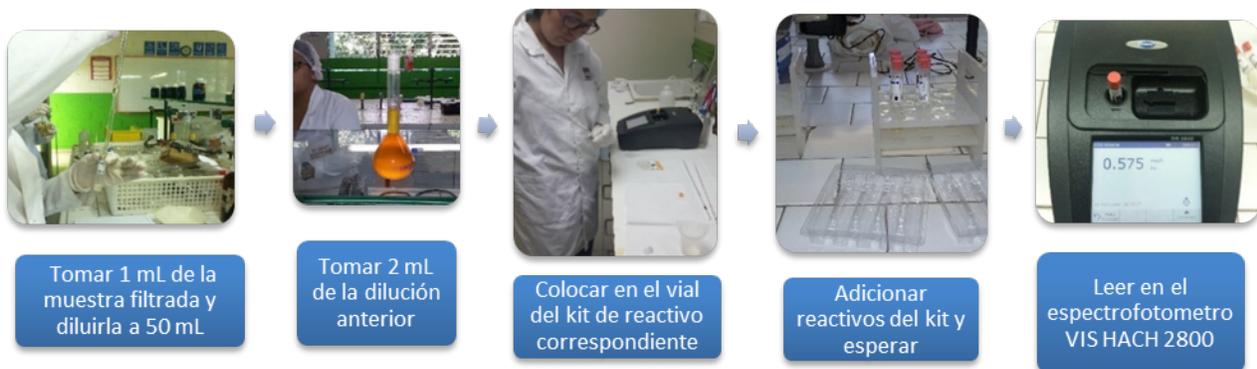


Fig. 4. Determinación de concentración de metales pesados en la muestra de agua filtrada. [Elaboración propia]

3. Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos después de haberle practicado a la bio-resina todas las pruebas que se describieron en el apartado anterior.

3.1 Caracterización de la bio-resina

PARÁMETRO	BIO-RESINA DE PLÁTANO		BIO-RESINA DE GUINEO	
<i>pH</i>	5.2		4.8	
SOLUBILIDAD EN AGUA	Insoluble		Insoluble	
SOLUBILIDAD EN OTROS SOLVENTES	Bencina de petróleo	Etanol	Bencina de petróleo	Etanol
	Insoluble en ambos solventes		Insoluble en ambos solventes	
DENSIDAD	362.33 gr/l		352.00 gr/l	

Tabla 1. Resultados de pruebas fisicoquímicas de bio-resina de plátano y de guineo. [Elaboración propia].

3.2 Cantidad de bio-resina y tiempo de contacto.

La concentración inicial de hierro, níquel y cromo en la muestra de agua era de 20 partes por millón (ppm)

Filtrado	Tiempo de contacto (minutos)	Cantidad de bio-resina (g)	Concentración inicial de metales (ppm) en la muestra de agua	Concentración de los metales después del filtrado (ppm) ²			Porcentaje ³ (%) de reducción de metales en la muestra		
				Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺
1	60	20.00	20.00	7.87	5.12	16.16	60.64	74.38	19.19
2	90	20.00	20.00	5.56	2.48	14.60	72.22	87.63	27.00
3	60	30.00	20.00	7.68	4.08	18.58	61.61	79.62	7.13
4	90	30.00	20.00	5.69	3.52	15.98	71.55	82.34	20.13

Tabla 2. Resultados de pruebas de tiempo de contacto y cantidad de bio-resina en el filtrado de agua contaminada. [Elaboración propia].

(2) ppm: partes por millón (miligramos por cada litro de solución)

(3) Porcentajes en masa.

3.3 Tipo de bio-resina.

Puesto que en las pruebas anteriores, para un tiempo de contacto de 90 minutos, se observó que con 20 gramos de bio-resina se obtuvieron mayores porcentajes de remoción, se optó por hacer esta prueba con esa cantidad de bio-resina en cada filtro, los resultados se presentan a continuación:

	No prueba	Concentración inicial de metales (ppm) en la muestra de agua	Concentración de los metales después del filtrado (ppm)			Porcentaje (%) de reducción de metales en la muestra		
			Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺
BIO-RESINA OBTENIDA DE CÁSCARA DE GUINEO	1	20.00	3.88	0.72	16.77	80.62	96.38	16.15
	2		6.32	0.68	16.15	68.38	96.63	19.25
	PROMEDIO		5.10	0.70	16.46	74.5	96.51	17.7
BIO-RESINA OBTENIDA DE CÁSCARA DE PLÁTANO	1	20.00	14.38	1.75	14.92	28.125	91.25	25.4
	2		10.75	2.50	16.08	46.25	87.5	19.63
	PROMEDIO		12.56	2.12	15.50	37.19	89.38	22.51

Tabla 3. Resultados de remoción de metales pesados utilizando como medio filtrante bio-resina obtenida de cáscara de guineo y cáscara de plátano. [Elaboración propia].

3.4 Variación de temperatura.

Por las mismas razones que se explicaron en el apartado anterior, la cantidad de bio-resina en cada filtro fue de 20 gramos.

	Temperatura de prueba (° C)	Concentración inicial de metales (ppm) en la muestra de agua	Concentración de los metales después del filtrado (ppm)			Porcentaje (%) de reducción de metales en la muestra		
			Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Fe ³⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺
BIO-RESINA OBTENIDA DE CÁSCARA DE GUINEO	30 °C	20.00	1.84	0.92	13.60	90.82	95.38	32.00
	40 °C	20.00	6.98	0.95	13.00	65.13	95.25	35.00
	50 °C	20.00	8.85	1.22	13.25	55.75	93.88	33.75
BIO-RESINA OBTENIDA DE CÁSCARA DE PLÁTANO	30 °C	20.00	14.30	1.70	16.35	28.5	91.5	18.25
	40 °C	20.00	15.24	2.75	17.35	23.82	86.25	13.25
	50 °C	20.00	19.25	2.72	17.75	3.75	86.38	11.25

Tabla 4. Comparación del impacto de la variación de la temperatura en la reducción de la concentración (ppm) de metales pesados utilizando como medio filtrante bio-resina obtenida de cáscara de guineo y cáscara de plátano. [Elaboración propia]

4. Análisis de los resultados

Las caracterizaciones realizadas en el laboratorio tienen como finalidad determinar algunos parámetros físico-químicos de la bio-resina, tales como: densidad, potencial de hidrógeno y solubilidad en agua y solventes orgánicos para que, de esta manera, se pueda establecer una comparación con otras resinas de intercambio iónico existentes en el mercado.

Solubilidad en agua y otros solventes. Las resinas de intercambio iónico son materiales macromoleculares insolubles en agua, pero una característica distintiva es su solubilidad en alcohol. El experimento de laboratorio se realizó a temperatura ambiente y demostró que la bio-resina, tanto de plátano como de guineo, es insoluble en agua, alcohol y bencina de petróleo. Posteriores experimentos a distintas temperaturas serían útiles para corroborar solubilidad en alcoholes.

Carácter y tipo de bio-resina. Otro punto a considerar es el carácter ácido o básico de la bio-resina. En el caso particular de la biomasa de las cáscaras de plátano y guineo se trata de una resina de carácter ácido (pH promedio de ambas bio-resinas = 5). Además, tomando como referencia investigaciones previas como la de la Dra. Boniolo, se sabe que posee un grupo carboxilo unido a una matriz de un polímero tridimensional (lignina). Esto, más las pruebas en el agua filtrada con la bio-resina, permite tipificarla como una resina de intercambio catiónico débil.

Densidad aparente seca. La densidad aparente seca de una resina se expresa en masa de resina por volumen (gr/l). El valor promedio obtenido de ambas bio-resinas es de 339.17 gr/l; se puede decir que es relativamente bajo, si se compara con resinas de intercambio iónico sintéticas y que actualmente se comercializan en el mercado. De acuerdo con fichas técnicas consultadas en la web, éstas reportan valores de densidad aparente seca que oscilan en el rango comprendido entre 600 gr/l - 800 gr/l. Esto es debido a que se han desarrollado resinas más densas, con un mayor grado de entrecruzamiento para aplicaciones industriales más pesadas que el tradicional tratamiento de aguas. Esto lleva a suponer que la bio-resina tiene un grado de entrecruzamiento bajo, que podría resultar en una

estabilidad y selectividad baja. Estas dos últimas características podrían corroborarse con la realización de más pruebas a la bio-resina.

Sobre el efecto de la temperatura. En cuanto a la influencia de la temperatura de operación de la bio-resina, se determinó que a 30 °C el porcentaje de remoción fue levemente mayor en comparación con otras temperaturas (40 a 50 °C en la Tabla 4). Estudios anteriores sugieren que al trabajar con biomásas, como las cáscaras de frutas, en la remoción de metales pesados, la influencia de la temperatura al elevarse causaría un cambio en la textura del adsorbente y un deterioro del material (las cáscaras de plátano y guineo) que disminuiría la capacidad de adsorción de la bio-resina.

Sobre el efecto del tiempo de contacto. A mayor tiempo de retención, más eficiente la remoción de metales pesados. El tiempo de contacto óptimo (en el cual se presentó el mayor porcentaje de remoción de Fe³⁺, Cr⁶⁺ y Ni²⁺), según el experimento realizado en el laboratorio, fue de 90 minutos (Tabla 3).

Sobre la cantidad de bio-resina. Se determinó que los mejores resultados, en términos globales, se obtuvieron con 20.0 gramos de bio-resina dispuesta en los filtros, para el cromo hexavalente se retuvo arriba del 80%, del hierro (III) alrededor del 70% y para el níquel (II) el valor rondaba el 20%.

Sobre la selectividad de la bio-resina. La selectividad es la propiedad de los intercambiadores iónicos mediante la cual un intercambiador muestra mayor afinidad por un ion que por otro. La selectividad depende de la carga y el tamaño de los iones. La influencia más importante es la magnitud de la carga del ion, ya que una resina prefiere contraiones de elevada valencia. Este factor fue comprobado en el laboratorio con base en los resultados obtenidos y aun variando las condiciones de tiempo de contacto y temperatura de operación de la bio-resina. Se puede afirmar que el mayor porcentaje de remoción lo presentó el cromo hexavalente, seguido del ion hierro (III) y por último, el ion níquel (II). La selectividad (cualitativa) de la bio-resina quedaría representada de la siguiente manera: Cr⁶⁺ > Fe³⁺ > Ni²⁺.

Conclusiones

Con base en los resultados de las pruebas de laboratorio para caracterizar la bio-resina, se determinó que es insoluble en agua, bencina de petróleo y en etanol; que tiene un pH promedio de 5.0 (carácter ácido) y una densidad seca aparente de 355 gr/l, lo cual permite tipificarla, preliminarmente, como una resina de intercambio catiónico débil con un grado de entrecruzamiento bajo.

De la misma forma, las pruebas experimentales llevaron a que se concluya que las condiciones de operación óptima de la bio-resina, en las que se obtuvieron mayores porcentajes de reducción de metales pesados en la muestra de agua, son: 30°C y 90 minutos de tiempo de contacto, independientemente si la bio-resina provenía de cascara de plátano o de guineo.

Se determinó que la temperatura óptima de operación de la bio-resina fue de 30 °C. Después de analizar los filtrados de agua contaminada en el espectrofotómetro visible, se obtuvieron los siguientes porcentajes de reducción en la concentración de metales pesados: 93.44% Cr6+, 59.66 % Fe3+ y 25.13 % Ni2+; todos los porcentajes presentados son en base a masa, notándose que el metal pesado más sensible al efecto de la bio-resina fue el cromo hexavalente.

El tiempo de contacto óptimo resultó ser de 90 minutos, en el cual se presentaron los mayores porcentajes de remoción, los cuales fueron: 71.89% de Fe3+, 84.99 % de Cr6+ y 23.57 % de Ni2+. Nuevamente el cromo hexavalente fue el que presentó mayor afinidad con la bio-resina, siendo el metal pesado con el mayor porcentaje de remoción.

Conforme a los resultados de las pruebas de filtrado de agua contaminada con los metales pesados, utilizando bio-resina como filtro, la selectividad de la misma fue la siguiente: Cr6+ > Fe3+ > Ni2+. Este resultado es totalmente consistente con el comportamiento de otras resinas intercambiadoras de cationes, que prefieren la retención de contraiones de elevada valencia.

Una de las interferencias en el desarrollo experimental fue la causada por los pigmentos naturales, como los carotenos y xantofilas presentes en las cáscaras de guineo y de plátano, los cuales colorearon de pardo amarillo el agua al ser pasada por el filtro. Dicha interferencia se eliminó diluyendo la muestra de agua, hasta que no se detectó color.

Recomendaciones

- Realizar estudios posteriores sobre formas de extracción y reutilización de los metales pesados retenidos en la bio-resina.
- Realizar investigaciones para producir este tipo de bio-resina y su utilización en plantas de tratamiento de aguas industriales contaminadas con metales pesados.
- Someter la muestra de agua a un proceso de clarificación posterior al filtrado para evitar interferencias en las determinaciones analíticas causadas por la pigmentación del agua.
- Llevar a cabo nuevas investigaciones para identificar y probar otras bio-resinas naturales para la remoción de metales pesados en aguas industriales.

Referencias

ALVARADO, V. C. Evaluación del uso de la cáscara del banano (Musa AAA) variedad Williams para la remoción de arsénico en el agua para consumo humano. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2012.

ALVARADO CháveZ, A.M. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cáscaras de musa sapientum (banano) utilizadas como filtro. San Salvador, El Salvador : Universidad de El Salvador, 2013.

BONIOLO, M. R. Biossorcao da uranio nas cascas de banana. Sao Paolo: Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares, 2008.

CAMPOS, E. J. Caso contaminación por plomo ocasionado por la empresa Baterías de El Salvador. S.A de C.V y el proceso de lucha impulsado por la población afectada. San Salvador, El Salvador : Centro de Tecnología Apropiada, (CESTA), 2009.

CAÑAS Navarro, M. A. Evaluación de la toxicidad ocasionada por el exceso de micronutrientes en plantas de Arabidopsis thaliana. *Biológicas*, 1(14): 30-36, 2013.

CARRIÓN, K. M. Reutilización de residuo de la cáscara de banano (musa paradisiaca) y platanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 2013.

GARCÍA, R. I.). Reducción de cloruros y dureza mediante intercambio iónico, en agua de pozo. Sonora, México, F.F. : Universidad de Sonora, 2011.

SÁNCHEZ, L. C. Estudio de biosorción de metales pesados de un efluente de origen antropogénico utilizando Escherichia coli. Sonora, México, D.F. : Universidad de Sonora, 2001

Software Innovador de Programación Robótica aplicado en el Ámbito Educativo

Manuel de Jesús Gámez López

*Licenciado en Ciencias de la Computación, Docente Investigador,
ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec Zacatecoluca.
Email: manuel.gomez@itca.edu.sv*

Resumen

El Kit de Robótica Educativa desarrollado como proyecto de investigación en el Centro Regional MEGATEC de Zacatecoluca, compuesto por un software e interfaces electrónicas, es una herramienta que contribuirá a apoyar las nuevas tendencias de enseñanza, tales como la Robótica Educativa. El software ha sido desarrollado para el control de las interfaces electrónicas del Kit de Robótica Educativa; utiliza software con licencia de código abierto, GPL (General Public License). El software está elaborado para que los usuarios puedan delegar funciones de programación basado en bloques amigables y no en paradigmas tradicionales o convencionales basados en comandos u otros. Con esto se facilita a los usuarios programar bajo un ambiente de trabajo amigable, de fácil adaptación y comprensión. El software proporciona una herramienta para programar las acciones a registrar en el chip master, el cual gobierna las estructuras diseñadas. La programación basada en bloques tiene un ambiente de trabajo en cierta manera entretenido, ya que el usuario puede imaginar y hacerse a la idea que está armando un rompecabezas para delegar una tarea al chip master; al lograrlo, quedan armados los bloques, combinados y conectados, listos para cargarlos a la memoria principal del programa. El software cuenta con la capacidad de trabajar con ciertos tipos de sensores para combinarlos con las interfaces. En posteriores versiones se podrán incluir todos aquellos sensores necesarios para su aplicación en la robótica.

Palabras clave

GPL, robótica, innovaciones educativas, innovaciones pedagógicas, open source, acceso abierto.

Abstract

The Educational Robotics Kit developed as a research project at the Regional Centre MEGATEC in Zacatecoluca, and made up of a software and electronic interfaces, is a tool that will support the new teaching methods, such as Educational Robotics. The software was developed to control the Educational Robotics Kit electronic interfaces and it uses open-source license software, GPL (General Public License). The software was created so that users can delegate programming tasks in user-friendly blocks rather than command based conventional or traditional paradigms. This is to help users program in an easy-to-work, easy to adapt and understand environment. The software includes a tool to program the tasks to register in the master chip, which controls the designed structures. Block-based programming is sort of a fun work environment since users can imagine and get the idea they are putting together a jigsaw puzzle to delegate a task to the master chip. When finished, the blocks get completed, combined and connected; ready to be loaded to the program's main memory. The software is able to work with certain kinds of sensors and combine them with the interfaces. In future versions, all the necessary sensors applied to robotics might be included.

Keywords

GPL, robotics, educational innovations, innovative teaching methods, open source, open access.

Recepción: 25/01/2016 - Aceptación: 15/06/2016

Introducción

En los últimos años se han desarrollado innumerables aplicaciones de sistemas micro-programables, en las que es necesario contar con los conocimientos básicos para el desarrollo y programación de microcontroladores. La mayoría de los sistemas micro-programables actuales tienen por lo menos un microcontrolador encargado del control operativo del sistema. En el mercado existen muchos fabricantes de microcontroladores, por mencionar algunos: Microchip, Atmega, Motorola entre otros. Estos fabricantes proveen el software especializado para la programación de sus microcontroladores y otorgan gran cantidad de información para el usuario.

Para el desarrollo del Kit de Robótica Educativa, se optó por el uso de las placas Arduino que contienen un chip de Atmel Atmega 328p-pu para la programación de los dispositivos construidos. Se concibió la idea de crear la herramienta Robótica Educativa (software), con una visión de llevar la programación de las placas a un entorno de desarrollo más fácil y divertido, sin perder de vista la funcionalidad del sistema y la comodidad de los desarrolladores para facilitar la ejecución de proyectos en menos tiempo y sobre todo, sin tener que ser un profesional en programación de sistemas y en electrónica para lograrlo. (Utilización de micro-controladores e interfaces electrónicas, sensores y actuadores). Las versiones de placa soportadas para esta versión de la herramienta utilizan un microcontrolador o PIC (μ c) AVR de la compañía Atmel.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Etapa 1.

Investigación de herramientas de software y sistemas de modelo o referencia. Esta etapa ayudó a la labor del desarrollo del Kit, además de determinar el aspecto general de la interfaz gráfica del software a desarrollar (IDE).

Etapa 2.

Descarga y manipulación de herramientas de código abierto. Estas herramientas contenían intérpretes de comandos, compiladores de comandos, entre otros similares. Se utilizaron para la iniciativa de ejecución, seleccionando y manipulando las siguientes herramientas: Qt creator, Blockly-master, librerías Qt5WidgeEs, Qt5WebKitWidgets, Qt5WebKit, Qt5WebChannel, Qt5Svg, Qt5SerialPort, Qt5Sensors, Qt5Quick, Qt5Qml, Qt5PrintSupport, Qt5Positioning, Qt5OpenGL,

Qt5Network, Qt5MultimediaWidgets, Qt5Multimedia, Qt5Gui, Qt5Core, cmake, mingw492_32, wxWidgets, entre otras.

Etapa 3:

Elaboración de la interfaz gráfica (bloques - blocky-master / Qt). La interfaz gráfica fue elaborada utilizando las herramientas de software previamente seleccionadas para el desarrollo de la aplicación. Se aplicaron criterios para la fácil comprensión, adaptación y manipulación de los usuarios finales.

Etapa 4:

Prueba de interpretación y/o compilación de códigos de bloques (código fuente). Esta actividad se ejecutó utilizando sistemas Windows y Linux.

Etapa 5:

Elaboración del Manual de Usuario del software. Este se desarrolló de forma gráfica para que el usuario pueda tener una base o guía de cómo utilizar el sistema.

Etapa 6:

Implementación. Se desarrollaron dos dispositivos: un carro y un piano musical. Se utilizó el software para su programación ejecutando las siguientes acciones:

- Integración del circuito del carro y piano musical a la herramienta de software desarrollada.
- Creación, modificación y adaptación de controladores (Drivers) para la comunicación entre la PC y el hardware del carro y piano musical (interfaces, sensores, actuadores y cerebro del sistema).
- Pruebas de comunicación entre la aplicación desarrollada a partir de un código fuente (bloques) compilado o interpretado desde el software desarrollado y el chip principal.
- Transferencia del firmware a la memoria principal de programa del chip del carro y piano musical. Comunicación entre PC y robot.
- Programación de la memoria principal del programa del chip.
- Depuración de errores de comunicación.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

PRINCIPALES MENÚS CON LOS QUE CUENTA EL SOFTWARE

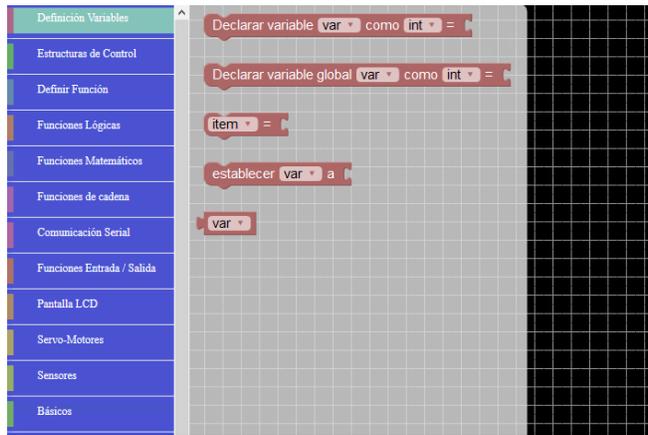


Fig. 1. Menú definir variable

Figura 1. Menú definir variables. Desde este menú el usuario puede definir variables a utilizar en su programa.

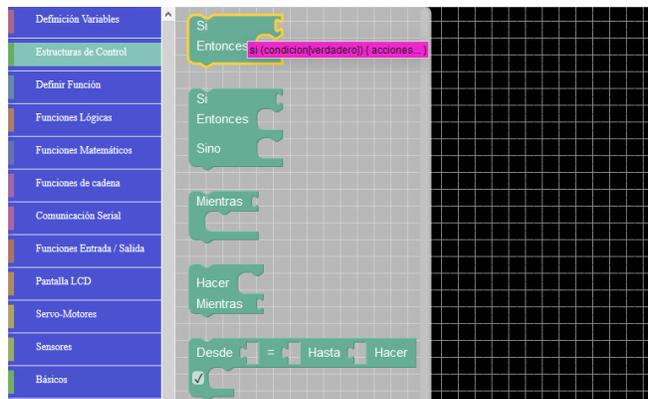


Fig. 2. Menú estructuras de control

Figura 2. Menú estructuras de control. El usuario puede hacer uso de las estructuras de control de flujo, con la novedad de simplemente arrastrar el bloque correspondiente a la estructura deseada.

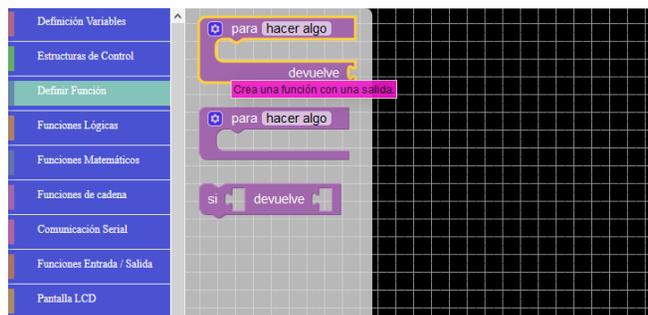


Fig. 3. Menú definir funciones

Figura 3. Definir funciones. El usuario puede declarar funciones o subrutinas de todo un programa. Programación Modular.



Fig. 4. Menú funciones lógicas

Figura 4. Menú funciones lógicas. El usuario puede formular las expresiones booleanas o lógicas.

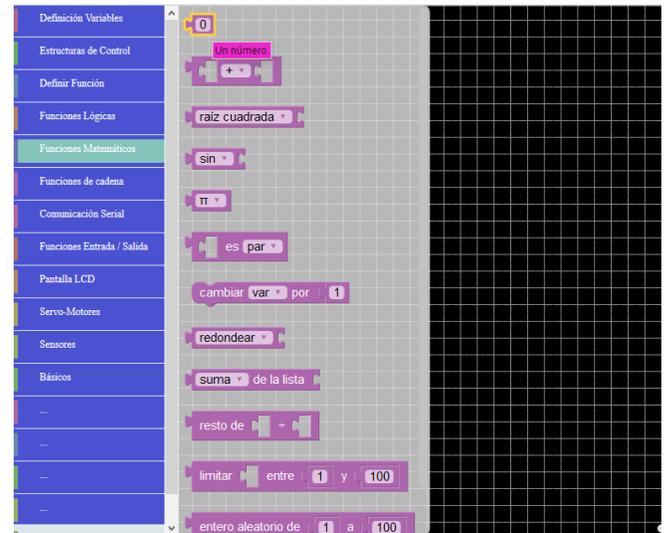


Fig. 5. Menú funciones matemáticas

Figura 5. Menú funciones matemáticas. Desde este menú se pueden realizar procesos matemáticos.

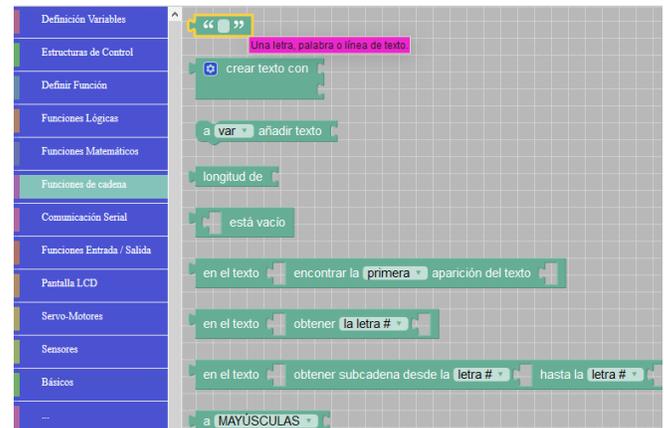


Fig. 6. Menú funciones de cadena

Figura 6. Menú de funciones de cadena. Acá el usuario puede realizar operaciones de manejo de datos alfanuméricos.

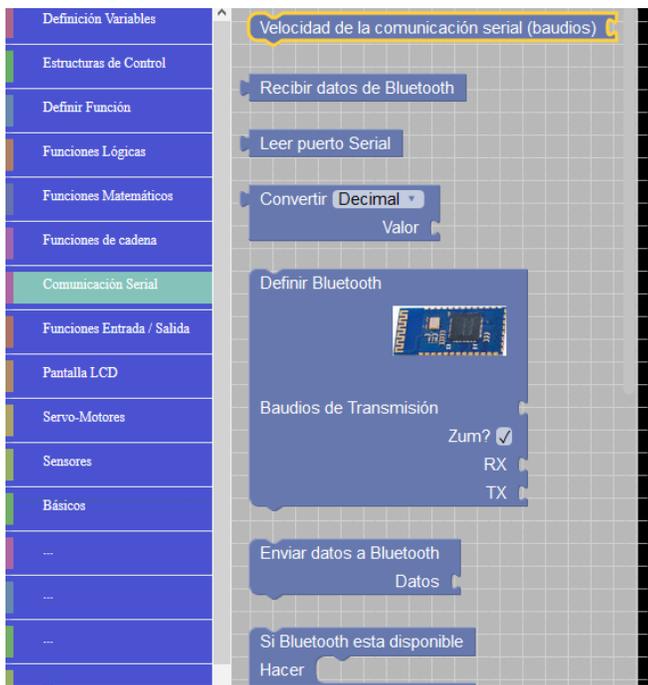


Fig. 7. Menú comunicación serial

Figura 7. Menú comunicación serial. Con éste el usuario puede realizar todas aquellas operaciones que tengan que ver con el intercambio de datos entre dispositivos, haciendo uso de los terminales tx (transmisión) y rx (recepción), interfaces electrónicas, comunicación serial PC / celular, comunicación bluetooth, conversiones de datos (binario, decimal, hexadecimal, otros), especificar la velocidad de comunicación para la transferencia y recepción de datos entre dispositivos (baudios) y otros.



Fig. 8. Menú funciones de entrada / salida

Figura 8. Menú funciones de entrada / salida. Desde este menú se pueden realizar todas las operaciones principales de procesamiento de la información. Entre las que se tienen están: configuración de terminales digitales (I/O), generar estados de salida (High/Low) (actuadores), procesamiento de señales eléctricas entrantes (sensores), generación de señales PWM, analógicas, adquisición de señales eléctricas digitales y analógicas, entre otros.



Fig. 9. Menú pantalla LCD

Figura 9. Menú pantalla LCD. Desde este menú el usuario puede tener la posibilidad de adicionar pantallas LCD de 16X2 y 20X4 para visualizar datos y ser generados por cálculos matemáticos, conversiones, estados de sensores / actuadores o simplemente querer ver datos procesados en un programa realizado.



Fig. 10. Menú Funciones de servo-motores

Figura 10. Menú servo-motores. En éste se tiene la posibilidad de programar servo-motores. Esta herramienta también tiene la posibilidad de programar motores DC, PAP unipolares y bipolares, entre otros. Para estos últimos motores se puede hacer uso del menú funciones de entrada y salida.

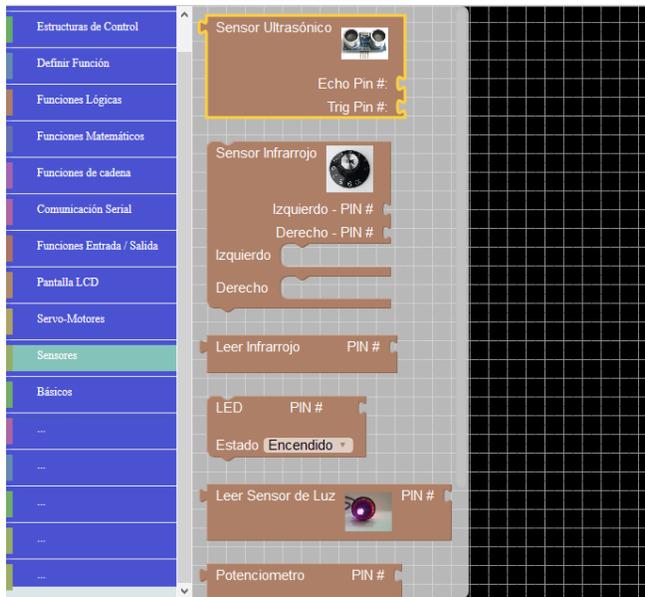


Fig. 11. Menú sensores

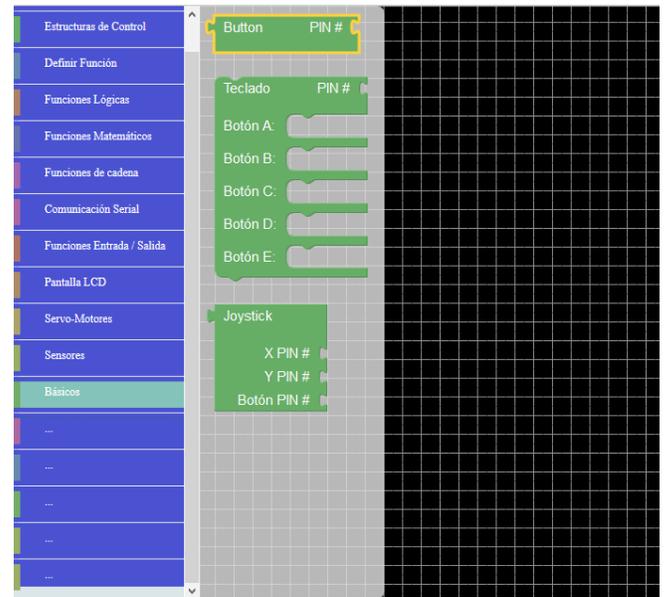


Fig. 12. Menú básico

Figura 11. Menú sensores. Este menú permite manejar una serie de sensores. Dentro de los que ya se tiene están: Sensor ir, Ultrasónico, Buzzer, otros. Esta herramienta también cuenta con la posibilidad de utilizar otros sensores comunes desde el menú de funciones de entrada y salida, digitales y analógicos.

Figura 12. Menú básico. Desde este menú el usuario cuenta con las opciones para utilizar joystick y entradas de keypad.

VENTANA PRINCIPAL DEL PROGRAMA

Pantalla Principal: Esta ventana muestra el menú principal de la herramienta blocky-master. Desde ella se puede hacer uso de todos los bloques de programación que proporciona este software para delegar una función

o tarea programa al cerebro del dispositivo construido. El área color negra (cuadrícula) que se puede visualizar en la imagen de pantalla principal, figura 13, es el área de trabajo de los desarrolladores.

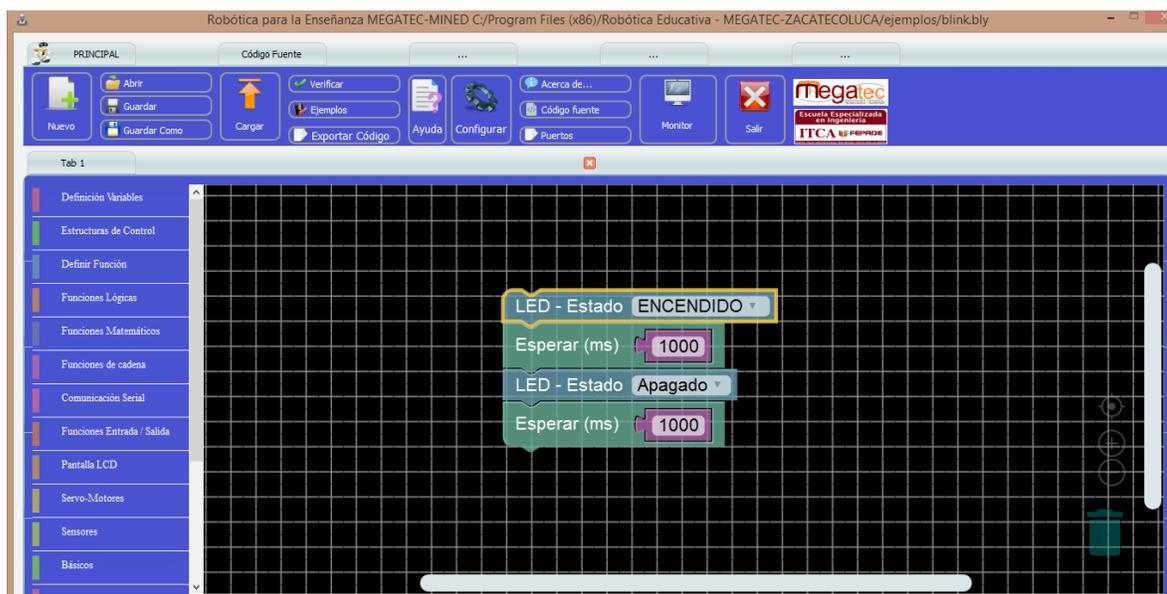


Fig. 13. Programa en Bloque Blink - Parpadeo. (Pantalla principal)

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE

1. Fácil. Sólo algunos clic y se tiene en funcionamiento el programa. Incluye una galería de plantillas como ejemplos para abrir, compilar y cargar para realizar las primeras pruebas.

2. Generación de código en tiempo real. Se crea el código a medida que se agregan bloques o se modifican parámetros, mostrando instantáneamente el resultado en una ventana.

3. Control de errores en tiempo real. No permite la conexión de bloques incompatibles por tipo u otras razones a medida que se crea el programa.

4. Interfaz de usuario avanzada. Esta interfaz contiene opciones de zoom (+ y -), copiar, cortar y pegar; papelera de reciclaje, menú amigable de bloques, comentarios, habilitar y deshabilitar bloques en el código, navegación en el editor, tanto por mouse como por teclado. Estas son algunas de las características de la interfaz de usuario (GUI).

5. Terminal serial embebido. Permite recibir y enviar datos desde y hacia la placa a través de puertos USB o serie. Se utilizan los terminales tx y rx del μ c Atmega utilizado.

6. Portable. No requiere instalación en el caso de correr en Linux (excepto para los drivers de dispositivos, como los necesarios para que funcionen placas como Arduino™). Además, no requiere conexión a Internet para funcionar, ya que reside completamente en la máquina en la que se está ejecutando.

7. Multiplataforma. Puede ejecutar la aplicación usuarios de Windows, Linux e incluso MAC IO.

8. Ayuda. El software cuenta dentro de sus opciones con un documento de ayuda donde se explica a los usuarios la forma de uso de la herramienta; además se incluye una serie de prácticas paso a paso para iniciar la interacción con ésta.

Conclusiones y recomendaciones

- Con la investigación se ha contribuido a motivar a los actuales y futuros ingenieros, licenciados y técnicos para que realicen investigación en el área técnica y busquen soluciones confiables y de fácil comprensión, utilizando herramientas tecnológicas que diversifican las técnicas de enseñanza-aprendizaje en la Educación Básica, Media y Superior.
- Con este proyecto se beneficia a educandos, estudiantes, aficionados, desarrolladores, novatos, etc. en las diferentes áreas de estudio, de una manera divertida y entretenida para enseñar, aprender haciendo, probando y ejecutando.
- El software desarrollado es una alternativa para que educandos, estudiantes, aficionados, desarrolladores, novatos, etc. implementen el área de la robótica en sus áreas de estudio. Se ha comprobado con la experiencia, que la técnica de enseñar haciendo resulta más efectiva y didáctica.
- La herramienta desarrollada aporta al mejoramiento de la metodología utilizada para la enseñanza y el aprendizaje de niños, jóvenes y adultos de los diferentes niveles de la educación (Básica, Tercer Ciclo, Educación Media y Educación Superior).

Referencias

FU, K. S. GONZÁLEZ, R. C y LEE, C. S. Robótica : control, detección, visión e inteligencia. México D.F.: McGraw-Hill, 1989. 613 p.
ISBN: 96842235879

GARCÍA, Luis. Robótica Educativa.[en línea]. EDULEGO. [fecha de consulta: 25 mayo 2015]
Disponible: <http://edulego.com/servicios/robotica-educativa/>

RUIZ Gutiérrez, José Manual. Manual de programación Arduino. [en línea], San Francisco, CA. 2007. [fecha de consulta: 25 mayo 2015].
Disponible en: <https://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>

SIMON, Monk. Arduino + Android Projects for the Evil Genius : control Arduino with Your Smartphone or Tablet. New York.: McGraw-Hill, 2012. 197 p.
ISBN: 9780071775960

Sistema de Gestión del Conocimiento para la Escuela Especializada en Ingeniería, ITCA-FEPADE. Centro Regional Zacatecoluca

Geovani Antonio Osorio Hernández

Licenciado en Ciencias de la Computación, Docente Investigador,
ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec Zacatecoluca.
Email: geovanni.osorio@itca.edu.sv

Resumen

El Sistema de Gestión del Conocimiento para la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fue orientado a desarrollar la memoria corporativa de la institución. Esta contiene todo lo intangible y que representa un valor intelectual para la institución; en ella se espera contener todos los logros y conocimientos generados institucionalmente. La memoria corporativa servirá de fuente primordial para las consultas de proyectos, presentación de informes a instancias externas, toma de decisiones e innovación de proyectos. El Sistema de Gestión del Conocimiento permitirá a la institución generar una cultura de registro, ya que cada persona responsable de las diferentes áreas, podrá registrar en tiempo real informes, eventos, datos estadísticos, entre otros. Para los usuarios, acceder a la información registrada será una ventaja en función de tiempo e información oportuna. El desarrollo de una aplicación web basada en las características de una memoria corporativa, utilizada como herramienta del Sistema de Gestión del Conocimiento, permite un acceso ágil y rápido para subir y consultar información relacionada con investigaciones, reportes, datos históricos y relevantes. El lenguaje de programación utilizado fue PHP el cual es bastante flexible, de código abierto y de software libre, lo que facilita la escalabilidad del sistema en un futuro; la implementación es accesible ya sea en un servidor local con sistema operativo Linux, Windows o en un hosting en la nube que tenga soporte para Php y Mysql. La alimentación de información al sistema se realiza de acuerdo a las distintas unidades institucionales, permitiendo en el proceso de recolección de información, adjuntar recursos adicionales, reportes en formatos: PDF, Word, Excel, entre otros. La búsqueda se realiza sobre la base de las unidades establecidas, recuperando información por temas, autores o palabras clave, lo que genera resultados de una búsqueda eficiente. El Sistema de Gestión del Conocimiento desarrollado en la Escuela de Ingeniería en Computación del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca, ha sido diseñado para que su utilización sea amigable con el usuario, haciéndolo una herramienta confiable y oportuna en el desarrollo organizacional.

Abstract

The Knowledge Management System for the Specialized School in Engineering ITCA-FEPADE, was created as a key factor to improve the School's memory. Here lies everything intangible and with an intellectual value to the School. It is expected to store all the School's achievements and data. This memory will be the main referring source for projects, presentations of reports to external entities, decision taking and project innovation. The Knowledge Management System will allow the School to have a culture of entering records since every person responsible of the different departments will be able to enter reports, events, and statistical data in real time. Users will benefit in time and accuracy when accessing to registered information. Creating a web application, with the features of a School memory and used as a Knowledge Management System tool, allows fast and easy access to upload and search for information related to research, reports, and relevant historic data. The programming language used was PHP, which is pretty flexible, open-source and free, enabling system upgrading in the future. Execution is accessible either from a local server with Linux or Windows or a Cloud hosting with Php and Mysql support. Entering data to the system is done according to the different School's departments allowing the gathering of data, attachment of additional resources, and reports in PDF, Word, and Excel format among others. Every search is done on the established unit base, retrieving data by subject, author or keywords and generating efficient search results. The Knowledge Management System of the School of Computing Engineering at the Regional Centre in Zacatecoluca has been designed to be user-friendly, reliable and timely for the School's progress.

Palabras clave

Sistema de almacenamiento y recuperación de información, sistemas de control digital, sistemas de bases de datos, administración de sistemas de información - ITCA.

Introducción

Los Sistemas de Gestión del Conocimiento proporcionan procesos, con los cuales se puede obtener información histórica institucional con acceso de forma inmediata y oportuna.

Para alimentar un Sistema de Gestión del Conocimiento se deben tener claros los procesos a seguir; la información que se requiere almacenar debe ser identificada, clasificada y estructurada, de tal forma que sea de importancia y según las necesidades de información de la organización.

Para un centro de educación superior la información almacenada referente a datos estadísticos tales como deserciones, población femenina, masculina, número de graduados, ingresos, proyectos de investigación de las diferentes áreas, proyectos sociales, estadísticas de usuarios de biblioteca y otra información administrativa, podría ser requerida para utilizarla en momentos determinados, accediendo a ella de forma oportuna sin la ayuda de los responsables de su generación. Esta información, que si bien se tiene archivada de forma ordenada, sistematizada y a disposición de los interesados, no se puede obtener en el momento oportuno por otros usuarios, por desconocer el lugar de ubicación o por necesitar autorización de los responsables, lo anterior constituyó el problema a resolver en este proyecto.

DEFINICIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Un Sistema de Gestión del Conocimiento está basado en la administración de la información, el cual permite compartir los datos relevantes de los diferentes departamentos, que a la vez estarán alimentando al sistema de información de una manera fácil y rápida. Con un Sistema de Gestión del Conocimiento sólo hay que ocuparse de definir la información que se desee almacenar y que sea de importancia para toda la organización, ya que el sistema gestiona la información que se determine de importancia histórica en los logros institucionales.

Keywords

Information storage and recovery system, digital control systems, database systems, information systems management - ITCA.

El interés en la gestión del conocimiento se está multiplicando considerando los siguientes aspectos:

Minería de datos. Es la práctica (por medios automáticos o semiautomáticos) de buscar y explorar en grandes almacenes de datos, dando por resultado el descubrimiento de patrones y reglas significativas.

Capital intelectual. Los activos intangibles de una compañía que contribuyen a su valuación.

Memoria corporativa. Se puede definir como el cuerpo total de los datos, de la información y del conocimiento requerido para dar a conocer los objetivos estratégicos de una organización. Una memoria corporativa es la combinación de un depósito donde se almacenan los objetos y los artefactos; y la comunidad que interactúa con esos objetos para aprender, tomar decisiones y entender el contexto.

La memoria corporativa se puede subdividir en las siguientes áreas:

- **Profesional:** material de referencia, documentación, herramientas, metodologías.
- **Compañía:** estructura de organización, actividades, productos, participantes.
- **Individual:** estado, capacidades, conocimientos técnicos, actividades.
- **Proyecto:** definición, actividades, historias, resultados.

ACCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

- **Organización dentro del sistema:** el sistema debe estar diseñado para la administración de la información de su sitio en secciones y categorías, lo que facilita la navegabilidad para los usuarios y permite crear una estructura sólida, ordenada y sencilla para los administradores.
- **Publicación de contenidos (páginas):** con el sistema podrá almacenar y dejar a disposición información de forma precisa y de interés histórico para la institución y cada departamento debería iden-

tificar que documentación es de importancia para consultar en un determinado momento.

- **Capacidad de almacenamiento:** La característica principal de un sistema de gestión de la información es su capacidad para almacenar datos y facilitar información para ser recuperada por los usuarios del sistema. El tipo de base de datos utilizada determina cómo el Sistema de Gestión del Conocimiento responde a las peticiones o consultas de información.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Etapa 1. Identificación del problema y análisis de alternativas.

Se definió el problema, las necesidades y los procesos que fueron requeridos para alimentar el Sistema de Gestión del Conocimiento; se identificaron los recursos con los que se contaba y que se podían emplear, así como los elementos tecnológicos necesarios para la investigación.

El sistema se orientó para un ambiente web; se optó por utilizar herramientas de código libre. Entre los factores que permitieron decidir por dichas herramientas están:

- Fácil acceso para la mayoría de usuarios.
- Amplia documentación y soporte por las comunidades de desarrollo.
- Multiplataforma.

Herramientas utilizadas:

- **Sublime Text:** Es un editor de texto y editor de código fuente; está escrito en C++ y Python para los plugins. Permite al sistema dar forma, codificación y diseño a su contenido.
- **Intérprete de lenguaje:** PHP 5.4.3. Es un software que traduce el lenguaje PHP a uno de código de máquina y permite mostrar los resultados en la interfaz del usuario.
- **Servidor Web:** Apache 2.2.22. Permite publicar páginas, sitios web y aplicaciones desarrolladas en lenguaje de software libre.
- **Sistema gestor de base de datos:** MySQL 5.5.24. Enlaza con una base de datos administrando entrada, salidas, actualizaciones o eliminación de datos.

- **Librería JQuery-1.8.2.** Admite un estándar de uso del JavaScript tradicional, implementando una característica de compatibilidad con la mayoría de navegadores en el mercado.

- **Librería JQuery-ui-1.8.16.** Posee componentes para la generación de interfaces visuales como calendarios, selectores de tiempo, paneles y pestañas.

- **Librería JQuery.validate.** Es un plugin de JQuery para la validación de datos de formularios con muchas características y reglas de validación para la integridad de los datos que se utilizarán.

- **Librería Modernizr-2.6.1-respond-1.1.0 (implementación de boilerplate).** Paquete de librería para poder implementar elementos de HTML5 y CSS3 que no son soportados por navegadores antiguos.

- **Librería Bootstrap 2.2.2. Framework** creado por Twitter para la mejor implementación de estilos y simplificación de la aplicación de los mismos, obteniendo un rápido desarrollo de interfaces y compatibilidad en el diseño.

Etapa 2: Modelado del sistema.

Se determinan los componentes de aplicación y los requerimientos para el Sistema de Gestión del Conocimiento. En la figura 1 se muestra el diagrama de entidad relación.

Etapa 3. Codificación del sistema.

Se diseñó un módulo informático para la creación del Sistema de Gestión de Información. Para dicho módulo se utilizó el lenguaje PHP, HTML5, CSS y librerías, dando como resultado toda la interfaz de aplicación.

Etapa 4. Prueba e implementación del módulo informático.

En la implementación se utilizó información estadística de las áreas de Investigación y Proyección Social, Bienestar Estudiantil, Biblioteca, escuelas académicas y administración.

RESULTADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.

El sistema contiene las siguientes interfaces y formularios:

1. Menú del administrador.

- Registro de Autor.
- Registro de Categoría.
- Registro de Departamentos.
- Registro de Publicaciones.
- Registro de Recursos.
- Restablecer Contraseña

2. Menú del usuario:

- Registro de Publicaciones.
- Login
- Búsqueda.

3. Salidas del sistema, eliminar y modificar.

- Salidas de Publicaciones.
- Salidas de Recursos.
- Salidas de Autor.
- Salidas de Categorías.

BENEFICIOS DEL SISTEMA

- *Mantiene centralizada la información* a través del acceso único a las diferentes áreas del conocimiento de la institución; están definidas las áreas de: Registro Académico, Proyección Social, Investigación y Bienestar Estudiantil.
- *Permite el trabajo colaborativo* dentro de la misma institución, haciendo aportes a los proyectos o informes por aquellos conocedores en el área.
- *Favorece la transferencia* para que el conocimiento fluya y se divulgue sin dificultad.
- *Relaciona los conocimientos* de tal forma que el flujo de información sea más confiable con los aportes de otros autores.
- *Organiza el conocimiento* de acuerdo a diferentes áreas de desarrollo.

- *Gestiona el conocimiento* de tal forma que toda la información esté relacionada con áreas en común.
- *Aplica búsqueda semántica* y es un sistema escalable.

**Conclusiones**

- Con el desarrollo de la aplicación web se logrará centralizar todo el activo intangible de la institución que sea relevante y de importancia y que pueda ser consultada desde una interfaz de búsqueda amigable y de fácil acceso.
- La base del conocimiento contará con un resumen del documento principal con la opción de descargar los archivos adjuntos a dicha publicación.
- En la aplicación el autor principal de dicho conocimiento puede crear, modificar o actualizar las publicaciones que él realice y adjuntar recursos completos.
- Los usuarios pueden hacer búsquedas de temas de su interés, reforzar su conocimiento o informarse sobre ellos.
- La aplicación contará con un servidor en el cual se alojará toda la información de las unidades, escuelas, departamentos o de personal especializado que genere conocimiento de valor institucional.

Referencias

BURCH, John G. y GRUDNITSKI, Gary. Informática de gestión y sistemas de información. México, D.F. : Limusa, 1992. 985 p. ISBN: 9681841719

GARCÍA Pérez, Fernando, CHAMORRO Atance, Félix y MOLINA López, José M. Informática de gestión y sistemas de información. Madrid : McGraw-Hill/Interamericana, 2000. 239 p. ISBN: 8448127676

GIL Pechuán, Ignacio. Diseño de sistemas de información : teoría y práctica. Madrid : McGraw-Hill, 1997. 280 p. ISBN: 8448108094

GOLDSTEIN, Alexis, LAZARIS, Louis y WEYL, Estelle. Manual imprescindible de HTML5 y CSS3. Madrid: Anaya Multimedia, 2011. 335 p. ISBN: 9788441530492

LÓPEZ Quijano, José. Domine PHP 5. México, D.F. : Alfaomega, 2008. 382 p. ISBN: 9789701513903

Evaluación del Crecimiento y la Supervivencia de Ostra Japonesa (*Cassostrea gigas*) en Cultivos Desarrollados en Meanguera del Golfo, Departamento de La Unión, El Salvador

Luis Angel Ramirez Benitez

Licenciado en Biología y Master en Gestión Ambiental, Director ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec La Unión.
Email: lramirez@itca.edu.sv

Oscar Antonio Ayala Mestanza

Técnico en Pesquería, Docente Investigador, Campo Experimental Marino San Hilario, ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec La Unión.
Email: oscar.mestanza@itca.edu.sv

Resumen

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión, a través de la carrera “Técnico en Manejo Integrado de Recursos Costero Marinos, con especialidad en Acuicultura y Pesquería” y en coordinación con el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), se desarrolló el proyecto de investigación aplicada para determinar el crecimiento y supervivencia en cultivos de Ostra Japonesa, con la finalidad de buscar y proponer alternativas de cultivo a los productores acuícolas del municipio de Meanguera del Golfo, departamento de La Unión. Para la implementación de este proyecto de investigación, se realizó una siembra de 7,000 semillas de ostras, que fueron colocadas suspendidas en la columna de agua de un sistema de cultivo constituido por un Long Line y linternas de 5 pisos cada una. Al final del periodo de cultivo se cosecharon organismos con tamaño promedio de 5.5 cm, con una supervivencia del 7%. El mayor depredador encontrado fue el caracol (*Cymatium wiegmanni*) y el rango de temperaturas durante este periodo de cultivo fue de 30.1 y 30.5 °C.

Palabras clave

Ostricultura, ostra japonesa, *Crassostrea gigas*, La Unión - El Salvador, alimentos marinos, moluscos.

Abstract

The Specialized School in Engineering ITCA-FEPADE, regional Centre MEGATEC in La Unión, through its career “Integrated control Technician in Coastal marine resources, with an aquaculture and fishery emphasis” and in conjunction with The Development of Fishing and Aquaculture Center (CENDEPESCA), implemented an applied research project to determine the growth and survival in Japanese oyster farming so as to find and propose farming alternatives to aquaculture producers from the municipality of Meanguera del Golfo, departamento de la Unión. To implement this research project, 7,000 oysters were farmed and placed hanging from the water column of a farming system made up of a Long line and flashlights of 5 levels each. By the end of the farming period, organisms with an average size of 5.5 cm were harvested with a 7% survival chance. The main oyster predator found was the (*Cymatium wiegmanni*) snail, and the temperature range during the farming period was between 30.1 and 30.5 °C.

Keywords

Oyster farming, Japanese oyster, *Crassostrea gigas* oysters, La Unión - El Salvador, seafood, shellfish.

Introducción

El consumo de ostras en El Salvador está restringido a una sola especie, la cual ya no cubre la demanda del mercado actual. La sobreexplotación, el impacto ecológico ocasionado por la contaminación, artes de pesca y la inestabilidad social en las zonas costeras, son factores que repercuten negativamente en los bancos de producción de ostra de piedra (*Crassostrea iridescens*). Esta situación ha obligado a la búsqueda

de alternativas de mediano plazo para darle un uso más racional a los recursos y a la vez mitigar los efectos negativos en los sectores vulnerables que dependen de la extracción. En tal sentido, el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), juntamente con la cooperación técnica del Gobierno del Japón, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), ha introducido una nueva especie de

ostra en El Salvador, la Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*), la cual servirá en el desarrollo de cultivos en cooperativas ubicadas en diferentes sitios del Golfo de Fonseca y playas del departamento de La Unión¹.

En El Salvador el cultivo de Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) es una actividad relativamente nueva, ya que se introdujo esta especie hace unos pocos años. Por ello se desconocía la técnica de reproducción, el manejo de la semilla, el desarrollo del cultivo y el engorde en las zonas de cultivo².

El Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), implementó el “Proyecto para el Desarrollo de la Acuicultura de Moluscos en El Salvador”, mediante el cual introdujo una especie de ostra. Este proyecto tuvo como objetivo establecer la tecnología de acuicultura y mejorar la calidad de vida de las comunidades de pescadores, quienes solamente se han dedicado a la extracción de los recursos del medio natural, mas no al cultivo directamente, por no contar con la tecnología para la reproducción de los organismos.

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión, a través de la carrera “Técnico en Manejo Integrado de Recursos Costero Marinos, con especialidad en Acuicultura y Pesquería” y en coordinación con el Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), realizaron esta investigación para evaluar el crecimiento y sobrevivencia en cultivos de Ostra Japonesa (*Crassostrea gigas*) en Meanguera del Golfo, departamento de La Unión, El Salvador.

METODOLOGÍA

El proyecto de investigación se desarrolló en la Isla de Meanguera del Golfo, en un sitio protegido del fuerte oleaje y con una profundidad promedio de 10 metros; la ubicación geográfica se muestra en la Figura 1.



Fig. 1. Ubicación geográfica del área de investigación.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el método científico, mediante el cual se establecieron las variables necesarias y su relación para evaluar el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de ostras durante un ciclo de cultivo. Las variables consideradas fueron: salinidad (ppm), temperatura (°C), crecimiento (cm), presencia de depredadores y competidores.

Para medir cada una de las variables, se realizaron monitoreos cada 15 días, mediante el cual fueron retiradas las linternas del sistema de cultivo para realizar limpieza, identificar el crecimiento de los organismos, presencia o ausencia de depredadores. Según el Instituto Sinaloense de Acuicultura, ISA 2006, el método de cultivo a emplearse depende directamente de la profundidad e hidrodinámica de la zona elegida para ello. En general, los tipos de cultivo se pueden clasificar en dos métodos, el suspendido, el cual se realiza en zonas profundas y, el de fondo, que se realiza en zonas de poca profundidad.

Para la implementación del proyecto de investigación se utilizó el método suspendido; se realizó una siembra de 7,000 semillas de ostras, la cuales fueron colocadas suspendidas en la columna de agua, utilizando un sistema de cultivo constituido por un Long Line y linternas de 5 pisos cada una (Figura 2).

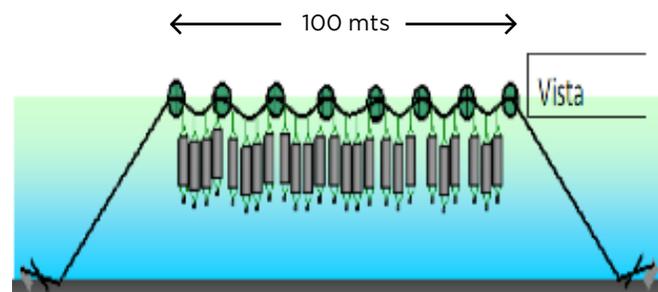


Fig. 2. Estructura empleada para un sistema de cultivo de ostras. a) Esquema de un Long Line. b) Long Line utilizado para el proyecto de investigación. c) Linternas empleadas para la siembra de las ostras.

RESULTADOS

Durante el periodo que duró el proyecto de investigación aplicada, se observó un crecimiento gradual de la Ostra Japonesa; sin embargo entre el monitoreo número 5 y 6, se pudo observar un mayor crecimiento, considerando que para ese periodo los valores de salinidad y temperatura fueron más bajos. Además, la presencia de los depredadores y competidores, tales como el balanus y el caracol, durante este periodo se redujo (Gráfico 1).



Gráfico 1. Desarrollo y crecimiento del cultivo de Ostra Japonesa.

De acuerdo con CENDEPESCA (2007), los rangos de temperatura para que el cultivo de ostras presente buen crecimiento y sobrevivencia, deben ser entre los 22 y los 27 grados centígrados. Durante el ciclo del cultivo se obtuvo un promedio de temperatura del agua de 30.3 °C y una salinidad de 31.8 ppm. Las altas temperaturas encontradas responden a la época del año, ya que el cultivo se desarrolló entre los meses de febrero a julio; además, durante este periodo no se registraron lluvias, lo cual afectó el incremento de la salinidad del agua (Tabla 1).

Tabla 1. Control de los parámetros físico químicos de agua en el cultivo y los diferentes competidores y depredadores presentes durante el ciclo.

Monitoreos	Parámetros físicos		Depredadores y competidores		
	T °C	S (ppm)	J	A	C
1	30.3	32	6	3	9
2	30.4	31	2	4	5
3	30.3	32	3	6	3
4	30.5	33	2	2	4
5	30.2	32	1	1	2
6	30.1	31	0	0	1
Promedio/ Total	30.3	31.8	14	16	24

T: temperatura; S: salinidad; J: jaibas; A: apretadores; C: caracoles.

Según Bermúdez y Cáceres (2006), la mayor parte de los competidores del cultivo de Ostra Japonesa se encuentra cuando el cultivo está en las fases de semilla y juvenil. Los organismos que más se encuentran son los cangrejos, estrellas de mar y en menor medida caracoles. De acuerdo a los resultados de la investigación se pudo evidenciar que los caracoles (*Cymatium wiegmanni*) fueron los depredadores que más perjudicaron el cultivo de Ostra Japonesa, porque ingresaron a éste en forma de larvas y se desarrollaron dentro del sistema alimentándose de las ostras.



Figura 3. Organismos que compiten por espacio y alimento en el cultivo de ostras. a) Balanus. b) Caracol (*Cymatium wiegmanni*).

Según Bermúdez y Cáceres (2006), el manejo periódico de las linternas y campanas de cultivo durante las diferentes fases, separando a los individuos conforme a su tamaño, evita problemas de alta densidad que afectan el crecimiento y el manejo periódico. También permite una selección de los organismos muertos, predadores y competidores, entre otros (Gráfico 2).

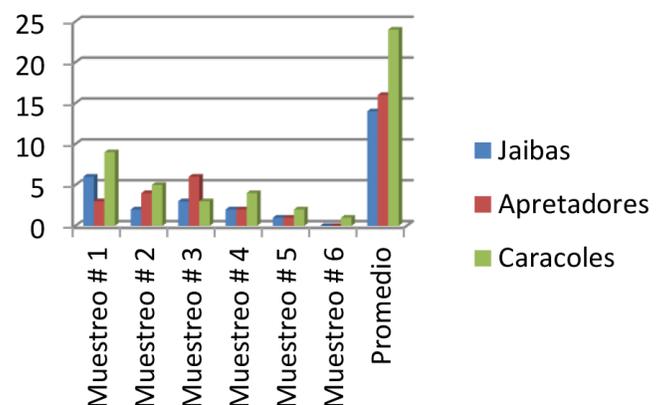


Gráfico 2. Competidores y depredadores

Conclusiones y recomendaciones

- Al final del ciclo de cultivo de la Ostra Japonesa se obtuvo un crecimiento promedio de 5.5 cm y una sobrevivencia de 7%.
- Durante el periodo del cultivo las temperaturas registradas en el agua fueron de 30.1 la más baja y la mayor de 30.5 °C. Esto pudo incidir en la mortalidad de los organismos, tomando en cuenta que de acuerdo con los registros de CENDEPESCA el rango ideal para este tipo de cultivos es entre 22 y 27°C.
- Una estrategia para reducir la mortalidad durante el cultivo sería colocar las linternas a mayor profundidad para contrarrestar la acción del sol sobre la superficie del agua.
- Se observó que las ostras de mayor tamaño son las más expuestas a la mortalidad, es por ello que se deben considerar dos acciones: sacarlas para la venta con tamaño promedio de 5 cm o colocarlas en cada piso de las linternas con densidad menor a una docena.
- El caracol es el depredador que más afecta al cultivo de ostras, ya que perfora el caparazón y facilita el ingreso de hongos al músculo de los organismos en el cultivo.
- Como una medida para reducir la mortalidad de las Ostras Japonesas durante el cultivo, se recomienda realizar monitoreos de manera constante para evitar la presencia de depredadores y competidores en los sistemas de cultivo.
- Otro elemento importante para reducir la mortalidad durante el cultivo es iniciar la siembra con las ostras de mayor tamaño, es decir, de unos 10 mm en promedio.
- De acuerdo con Aguilera (2012), la aplicación de vaselina ayuda a reducir la mortalidad producida por los depredadores y competidores durante el cultivo de ostras. Este proceso se realiza sumergiendo las ostras en agua con vaselina.
- Es conveniente realizar el cultivo de ostras durante la época lluviosa, tomando en cuenta que la temperatura del agua se reduciría significativamente, así como la salinidad, con lo cual se esperaría que los niveles de mortalidad fueran menores.

Referencias

AGUILERA Campos, Henry Alexi. Técnica para reducir la presencia de competidores en cultivo suspendido de ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) en la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután. Trabajo de graduación (Técnico Superior en Acuicultura). La Unión, El Salvador: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, 2012. 64 p.

BERMUDEZ, Pablo. Guía técnica cultivo suspendido de la ostra del pacífico *Crassostrea gigas*. Lima: Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES, 2006. 27 p.

CENTRO de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura. Introducción de *Crassostrea gigas* para cultivo en El Salvador. El Salvador: CENDEPESCA, 2005. 24 p.

INSTITUTO Sinaloense de Acuicultura. Protocolo de cultivo de ostión: diferentes sistemas de engorda. Culiacán: Instituto Sinaloense de Acuicultura, 2006. 61 p.

LOMBEIDA, Pablo. Manual para el cultivo de ostras en granjas camaronerías. [s.l.] JICA-CENAIM, 1997. 25 p.

VÁSQUEZ, Herbert Ely. Guía para el cultivo de ostra del Pacífico: *Crassostrea gigas*. Santa Tecla, El Salvador : CENDEPESCA/JICA, 2007. 25 p.

VÁSQUEZ, Herbert Ely. Informe técnico de producción artificial de semilla y cultivo de engorde de moluscos bivalvos. Usulután, El Salvador : JICA, 2009. 79 p.

Factores que Inciden en la Mortalidad del Camarón Marino en Cooperativas del Sector El Zompopero, Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador

Claudia Marisol Orellana de Granados

*Licenciada en Biología, Docente Investigadora, Escuela de Ciencias del Mar, ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec La Unión.
Email: Claudia.orellana@itca.edu.sv*

Josué Castro Miranda

*Técnico en Pesquería, Docente Investigador, Escuela de Ciencias del Mar, ITCA-FEPADE Centro Regional Megatec La Unión.
Email: josue.paz@itca.edu.sv*

Resumen

El sector El Zompopero ubicado en la Bahía de Jiquilisco Usulután, es un núcleo productivo integrado por cinco cooperativas que se dedican al cultivo de camarón blanco de la especie *Litopenaeus vannamei*. Los miembros que integran las cooperativas son familias desmovilizadas de la guerra civil de El Salvador, a quienes se les repartieron tierras en esta zona costera como estrategia de reinserción a la vida productiva. Cuentan con un total de 21 estanques de tierra, que cubren un área de cultivo de 84.3 hectáreas y realizan tres ciclos de cultivo de camarón al año. Actualmente este sector productivo enfrenta serios problemas debido a la alta mortalidad que se registra en cada ciclo productivo. Por esta razón, la Escuela de Ciencias del Mar del Centro Regional MEGATEC La Unión realizó un proyecto de investigación aplicada para diagnosticar las principales causas que generan la mortalidad en los cultivos, así como el impacto económico y social que perciben las familias que se dedican a la producción de camarón. A través del diagnóstico se identificaron 5 causas externas y 15 internas que afectaron la producción en las granjas camaronerías en el año 2014. Las causas están asociadas al manejo del cultivo y a las condiciones de infraestructura de los estanques en las cooperativas.

Palabras clave

Cultivo de camarón - El Salvador, *Litopenaeus vannamei*, estanques.

Abstract

The Zompopero zone located in Jiquilisco Bay in Usulután, is a productive center formed by five farm cooperatives dedicated to the white shrimp farming, *Litopenaeus vannamei* species. The members forming the cooperatives are demobilized families from the civil conflict in El Salvador who were distributed lands in this coastal area as a reinsertion into productive life strategy. They currently have a total of 21 earth ponds with a farming area of 84.3 hectares that allow three shrimp farming cycles a year. At the moment, this productive area is facing serious problems due to the high mortality rate registered every productive cycle. This is why, the Marine Science School at the regional Centre MEGATEC in La Unión, implemented an applied research project to identify the main reasons causing farming mortality, as well as the economic and social impact in the families dedicated to shrimp farm production. The research identified 5 external causes and 15 internal ones that affected shrimp farm production in the year 2014. These causes are related to farming handling and to the conditions of the ponds infrastructure in the cooperatives.

Keywords

Shrimp farming - El Salvador, *Litopenaeus vannamei*, ponds.

Introducción

El cultivo tecnificado de camarón en El Salvador inicia a mediados de los años 80's; en la actualidad este tipo de cultivo se desarrolla en los departamentos de Sonsonate, La Paz, Usulután y La Unión; los porcentajes de produc-

ción indican que el 59.3% del camarón se produce en el departamento de Usulután, específicamente en la Bahía de Jiquilisco⁽¹⁾.

Recepción: 20/05/2016 - Aceptación: 15/06/2016

(1) (CEPAL, 2013. Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador.

El sector El Zompopero pertenece a uno de los 8 núcleos que se dedican al cultivo de camarón en la Bahía de Jiquilisco y se encuentra ubicado en el Cantón Tierra Blanca, comunidad San Hilario. Actualmente este sector se encuentra integrado por cinco cooperativas camaroneras: San Hilario, El Torno, La Carranza, Senderos de Paz y Verde Mar.

El sistema de producción es semi intensivo, el cual contempla el uso de larva de laboratorio a una densidad de 8 a 12 camarones por metro cuadrado; utilizan concentrado para camarón en la alimentación de los organismos. El sistema de abastecimiento de agua en las cooperativas se realiza de forma directa mediante la apertura de las compuertas colindantes al manglar, lo cual permite el ingreso directo del agua a los estanques por gravedad, e indirecta mediante el uso de sistemas de bombeo que impulsan el agua a un canal reservorio, del cual posteriormente se deriva el agua por gravedad a cada uno de los estanques. Las bombas utilizadas funcionan con combustible puesto que no hay energía eléctrica en las granjas.

A pesar de los esfuerzos y el empeño de los productores por mejorar los rendimientos del cultivo, las cosechas de camarón en esta zona se han visto reducidas por la alta mortalidad que se registra en cada ciclo productivo. Para atender esta dificultad se requiere de la identificación oportuna de las causas que están generando la mortalidad.

Para llevar a cabo la investigación aplicada se plantearon los objetivos siguientes:

1. Realizar un diagnóstico socioeconómico sobre la mortalidad que se registró durante los ciclos productivos del año 2014 en cinco cooperativas del sector El Zompopero.
2. Determinar las causas que generaron alta mortalidad durante los ciclos productivos que se desarrollaron durante el 2014.
3. Elaborar un Plan de Bioseguridad en el que se identifiquen las vías más probables de introducción y propagación de las enfermedades en las 5 cooperativas del Zompopero.

METODOLOGÍA

Ubicación del área de estudio

El sector el Zompopero se ubica en la Comunidad San Hilario, cantón Tierra Blanca, municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután, con coordenadas geográficas de 13° 18'41.45" N 88° 35' 45.45" O.

Los estanques se ubican a 3 metros sobre el nivel del mar y están rodeados por el bosque de manglar.

Fase de campo

El proyecto se desarrolló en un periodo de once meses comprendidos entre febrero y noviembre de 2015. El diagnóstico se enfocó en tres componentes: social, productivo y bioseguridad en las granjas. La recolección de la información referida al componente social se realizó mediante la concertación de entrevistas con los presidentes de cada una de las cinco cooperativas. En cuanto a los componentes productivo y de bioseguridad, se coordinó con los jefes de campo de cada cooperativa hacer recorridos en los estanques camaroneros para identificar las condiciones de infraestructura, sistema de producción en cada granja y evidenciar las condiciones de bioseguridad que se aplican en el cultivo de camarón. Además se entrevistó a los jefes de campo para conocer la organización de trabajo en las granjas y los registros de producción.

Organización de las cooperativas

San Hilario fue la primera cooperativa camaronera establecida en la comunidad de la que retoma su nombre, fue constituida el 25 de mayo de 1992. En 2005 algunos socios decidieron separarse y formar cuatro cooperativas que funcionan bajo la figura legal de Asociaciones Cooperativas de Producción Agropecuaria y Pesquera.

Permisos ambientales.

Las cooperativas poseen permisos ambientales vigentes desde el año 2013 al 2023 otorgados por el Ministerio de Medio Ambiente y recursos naturales MARN.

Población beneficiaria.

La población beneficiaria con el cultivo de camarón se presenta en la Tabla 2. El total de socios es de 192 y el 41% está representado por mujeres.

Tabla 1. Beneficiarios de las cooperativas

N°	COOPERATIVA	SOCIOS (Beneficiarios directos)	MUJER	HOMBRE	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
1	El Torno	29	9	20	145
2	La Carranza	28	11	17	140
3	Verde Mar	24	9	15	120
4	San Hilario	77	36	45	385
5	Senderos de Paz	34	14	20	170
Total		192	79	117	960

Actividad económica- productiva

Los socios reciben trimestralmente una remuneración económica que está en función de las ganancias obtenidas con el cultivo de camarón. En 2014 los ingresos fueron reducidos significativamente, puesto que las cooperativas enfrentaron alta mortalidad en sus cultivos durante los ciclos de producción II y III, afectando principalmente a la cooperativa Senderos de Paz, que registró una mortalidad del 73%. Esta situación les llevó a cubrir únicamente los gastos de producción, generando un desequilibrio económico que imposibilitó desarrollar el III ciclo productivo.

Por otra parte el 55.2% de los socios que forman parte de las diferentes cooperativas posee otras actividades económicas productivas que sostienen la economía de sus familias. No obstante, los socios de cooperativas como la Cooperativa La Carranza, dependen en un 81% de los ingresos generados por el cultivo de camarón, ya que únicamente un 17.8% realiza otras actividades productivas económicas como la agricultura. Una situación similar se presenta en la Cooperativa Verdemar, ya que solo un 37.5% realiza otras actividades como la agricultura y la ganadería a baja escala; el restante 62.5% de los socios depende económicamente de los ingresos generados trimestralmente con la producción de camarón.

Capacidad de producción de las cooperativas del sector El Zompopero

El primer ciclo productivo se desarrolló durante los meses de febrero a abril, en conjunto las cooperativas cosecharon un total de 60,042 libras de camarón. El ciclo de cultivo II se desarrolló en los meses de mayo a agosto y se cosechó un total de 49,500 libras de camarón, experimentando una reducción de 10,542 libras de camarón en comparación del ciclo I. En el ciclo de cultivo III se cosechó un total de 46,900 libras y se experimentó una reducción de 13,142 lb de camarón en comparación del ciclo I.

Durante estos ciclos productivos se identificaron cinco causas externas y quince causas internas que afectaron la producción de camarón durante el año 2014. Las causas internas están asociadas al manejo del cultivo y a las condiciones de infraestructura que poseen los estanques en las diferentes cooperativas. Entre las principales causas externas e internas tenemos:

CAUSAS QUE GENERARON MORTALIDAD EN LOS CULTIVOS DESARROLLADOS EN EL AÑO 2014	
Externas	
1.	Post-larva con tallas inferiores a PI-12.
2.	Post-larva enferma.
3.	Incremento de la temperatura del agua en la Bahía de Jiquilisco
4.	Incremento de las bacterias del género Vibrio en agua de la Bahía de Jiquilisco.
5.	Incremento de enfermedad producto del cambio climático.
Internas	
Calidad del agua en los estanques	
1.	Alta temperatura (35 y 48°C).
2.	Salinidad elevada 40 ppm.
3.	Incremento de bacterias del género Vibrio en el agua de los estanques.
4.	Uso de productos químicos como bio-remediadores sin garantía certificada de su funcionamiento.
5.	Falta de equipo para medición de parámetros físico-químicos.
Calidad del fondo de los estanques	
1.	Sedimento con PH ácido (7 y 7.5).
2.	Alta acumulación de materia orgánica.
3.	Desnivel de los fondos que dificulta el drenaje total del agua.
4.	Elevada presencia de caracoles en el fondo de los estanques.
5.	Dificultad para realizar el secado sanitario en los estanques debido a infiltración de agua en el fondo.
Infraestructura de los estanques	
1.	Erosión de las bordas provoca asolvamiento en el fondo.
2.	Bajo nivel de agua.
3.	Uso de la misma compuerta para ingresar y evacuar el agua.
4.	Densidades de siembra no están acordes a la capacidad.
5.	Falta de políticas de bioseguridad en las granjas para el ingreso de personas externas.

FOTOGRAFÍAS DE LAS COOPERATIVAS DEL SECTOR EL ZOMPOPERO



Cooperativa Verde Mar



Cooperativa La Carranza, Estanque 1



Compuerta para el ingreso de agua al estanque de la Cooperativa Verde Mar. Izquierda: Jefe de campo de la cooperativa. Derecha: estudiantes de la carrera Técnico en Acuicultura que participaron en la investigación.



Cooperativa La Carranza, Estanque 3



Cooperativa La Carranza, Estanque 3. Evaluación del estado de la infraestructura.



Evaluación del deterioro de las bordas perimetrales de los estanques de la Cooperativa Senderos de Paz. Docente y Jefe de Campo de la Cooperativa.



Cooperativa Senderos de Paz, Estanque 1



Cooperativa Senderos de Paz. Canal de Abastecimiento

Conclusiones

- La producción de camarón en las diferentes cooperativas durante el 2014 fue decayendo en cada ciclo de cultivo, siendo la de mayor caída la ocurrida en el ciclo II, la cual experimentó pérdidas del 40%, situación que ocasionó un impacto en la economía de las cooperativas.
- Las cooperativas del sector tuvieron como fuente principal de abastecimiento de post-larva de camarón en 2014 el Laboratorio Las Ánimas, ubicado en el departamento de La Paz. Este abasteció durante tres ciclos consecutivos a las cooperativas y distribuyó un total de 10,573,000 post-larvas en la zona.
- Los productores no cuentan con la experiencia técnica que les permita identificar si la larva que le entrega el laboratorio está sana y que posee el estadio larvario de PI-12. (Estadio apto para el cultivo en estanque).
- Las cooperativas presentan dificultades en la documentación y registro de la producción que se obtiene en cada ciclo productivo; no cuentan con un historial de trabajo que documente los hallazgos

que se presentan durante cada ciclo de producción; solamente registran la información de carácter contable.

- Durante el diagnóstico se evidenció que la mayoría de cooperativas no cuenta con un registro físico formal; por otra parte la información de un ciclo a otro se encontró dispersa.
- Mediante el estudio de campo se identificaron causas externas e internas que afectaron la producción de camarón en el año 2014; las causas internas están asociadas al manejo del cultivo y a las condiciones de infraestructura de los estanques en las cooperativas.

Recomendaciones

- ✓ Es importante que se gestione el apoyo técnico de instituciones para fomentar y fortalecer el desarrollo acuícola de este sector.

- ✓ Apoyar a los productores con el diseño y capacitación para el uso de formatos que permitan el registro diario de datos importantes sobre la producción del cultivo de camarón.
- ✓ Se sugiere vigilar los niveles de agua en los estanques debido a la elevación de la temperatura (48 °C) y la salinidad (40 ppm) registrada en los meses de mayo - agosto de 2014, periodo en el cuál se desarrolla regularmente el II ciclo de cultivo de camarón.
- ✓ Se recomienda analizar la densidad de siembra de cada estanque, considerando no solamente el espejo de agua o área de cultivo, sino tomando en cuenta aspectos como el estado de la infraestructura, profundidad del estanque, la capacidad de renovación del agua, así como la calidad del fondo.
- ✓ Investigar las condiciones que propician la proliferación excesiva de caracol en muchos estanques de camarón, ya que actualmente ésta es un problema para los productores.

Referencias

ALONSO Rodríguez, Rosalba, PÁEZ-OZUNA, Federico y GÁRATO-LIZÁRRAGA, Ismael. El fitoplancton en la carmaronicultura y larvicultura: importancia de un buen manejo. México D.F. : CESASIN. 2004, 112 p.
Disponible en: <http://www.cesasin.com.mx/Fitoplancton%20y%20camaronicultura.pdf>

LÓPEZ, J. y BELTRÁN, Claudia Stella. Estado actual de la canaricultura en El Salvador y sus perspectivas.
Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36760/LC-MEXL1137s_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ODDONE, Nahuel, BELTRÁN T. Claudia Stella. Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador. [en línea]. México : Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013 [fecha de consulta: 13 Octubre 2015]. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36760/LC-MEXL1137s_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y



CURSO EN EL ÁREA DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.

- ✓ Instalación y Mantenimiento de Paneles Solares.



INFORMACIÓN

- Financiado 100% por INSAFORP.
- Impartido por expertos docentes de ITCA-FEPADE.
- Pregunte por las fechas de los próximos inicios.
- Horarios flexibles: de lunes a viernes y fines de semana.
- Lugar de Capacitación: INSAFORP San Bartolo.
- Requisitos: Mayores de 16 Años presentar DUI y NIT, menores de 18 años únicamente NIT.

Preguntas al teléfono 7862-5427.
Inscripción: INSAFORP San Bartolo con Marlene Artiga.

En el marco de Proyectos Especiales del Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP) el Centro de Formación ITCA-FEPADE, te invitan a participar en el curso.



Instrucciones a los Autores

Normas de Publicación de Artículos

La Revista Tecnológica es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, de edición anual. Publica artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten en la institución, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, computación y acuicultura.

Ha sido concebida para la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país.

Los trabajos que se reciban, seleccionen y editen, deben cumplir con los criterios de originalidad, pertinencia, novedad y los parámetros que se detallan según criterios de una revista técnico-profesionales.

Formato

Escribir en programa Word y en idioma español. Letra Century Gothic número 10, tamaño carta a una cara y a doble columna. Espacio y medio entre líneas y a doble espacio entre párrafos. Con márgenes: superior 2.5 cm. inferior 2.5 cm. izquierdo 3 cm. derecho 2.5 cm. Mínimo 4 páginas, no exceder de 10 páginas por cada artículo. Entregar en versión digital las imágenes, los objetos y las fotografías en alta resolución y un archivo de imágenes numeradas según orden en el artículo y su respectivo pie de imagen.

Estructura de los artículos de investigación

Título, subtítulo, autores, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo o metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, agradecimientos (opcional) y referencias.

Título y subtítulo: debe ser claro y conciso, máximo de 15 palabras que reflejen el contenido del artículo. Letra número 14. Si agrega subtítulo, máximo 10 palabras con letra número 12. No utilizar siglas ni abreviaturas. Adjuntar versión en idioma Inglés.

Autores: son las personas que han hecho sustanciales contribuciones intelectuales en un trabajo de investigación a publicar. Si hay varios autores el orden de quién encabeza la lista la deciden entre ellos.

Se indica el nombre y apellidos de autor o autores en cada artículo. A continuación se coloca su filiación institucional, indicando una dirección de contacto. Ejemplo: Juan Antonio Pérez. Maestría en Educación, Docente Investigador. Escuela de Ingeniería en Computación, ITCA-FEPADE, Santa Tecla. Email japerez@itca.edu.sv

Resumen: redactar en un solo párrafo, no exceder de 250 palabras. Debe contener los objetivos de la investigación, breve descripción del desarrollo de la metodología empleada, los resultados más destacados del estudio y las principales conclusiones. No colocar abreviaturas, ni referencias bibliográficas. Comunica en forma rápida y precisa el contenido básico del artículo sin tener que recurrir al resto de la información. Adjuntar versión en idioma Inglés.

Palabras clave: el autor agregará como máximo cinco palabras clave para describir el contenido de su artículo. Adjuntar versión en idioma Inglés.

Introducción: contiene el propósito y justificación del trabajo. Presenta antecedentes que fundamentan la importancia del estudio. Recoge la información sobre el propósito del artículo presentado y el conocimiento actual del tema. Da a conocer los rasgos generales del estudio y motiva e interesa a los lectores para completar la lectura del trabajo.

Desarrollo o Metodología: contiene la descripción de la metodología y procedimientos empleados. Para su organización se sugiere subdividirlo en diferentes secciones.

Se presentan las demostraciones, indagaciones y todo lo que el autor considere importante detallar y compartir. Se construye con párrafos de tipo expositivo, cada uno de los cuales expresa solo una idea.

Se incluyen los métodos y procedimientos utilizados para obtener, sintetizar y analizar los datos. Los métodos estadísticos deben describirse en detalle para su verificación.

Se describe el contenido medular del artículo y se brindan las explicaciones necesarias para hacer comprensible lo que queremos compartir.

Resultados: se describen las tendencias más sobresalientes del trabajo realizado. Se respaldan con el análisis de los datos, procedimientos, diseños muestrales o experimentales, técnicas y estrategias metodológicas.

Se debe incluir evidencia de la recopilación y procesamiento de la información estadística cuando aplica; incluir tablas, cálculos, gráficos, análisis e ilustraciones para una mejor visualización.

Es importante señalar hallazgos negativos para evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesariamente.

Figuras y Tablas: deben ubicarse en el texto con numeración consecutiva, precedidas de la abreviatura Fig. Las figuras pueden ser imágenes, gráficos, dibujos o fotografías y tablas.

La leyenda debe estar al pie de cada figura y estar redactada de forma clara para que el usuario no tenga que recurrir al texto para su interpretación.

Asegurar la calidad de las figuras, que posean al menos 5mgp en formato JPG.

Conclusiones: se hace una síntesis de los principales hallazgos que a la vez dan respuesta al problema de investigación; también se comparan estos hallazgos con los resultados obtenidos por otros autores en investigaciones similares. Se presentan los resultados en el texto, tablas y gráficos siguiendo una secuencia lógica. Se deben relacionar las conclusiones con los objetivos del estudio. Se debe evitar información no contrastada y conclusiones no respaldadas por datos disponibles.

Recomendaciones: deben redactarse de tal forma que faciliten la toma de decisiones respecto al problema planteado, los resultados alcanzados o futuras investigaciones.

Se deben proponer alternativas de solución a un problema detectado por medio de la investigación. Deben ser claras y enfocarse en la búsqueda para incrementar el conocimiento, nuevas aplicaciones e innovaciones y brindar sugerencias sobre acciones futuras.

Agradecimientos (opcional): recoge los nombres, sin títulos académicos, de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves del trabajo de

investigación y de la redacción del artículo. Incluir a todas las personas que colaboraron y que no cumplen con los lineamientos de autoría.

Referencias: este apartado se refiere a las fuentes de información impresas o digitales consultados. Los documentos impresos y fuentes electrónicas o digitales se redactarán de acuerdo a las Normas IEEE.

Mayor información sobre normas IEEE disponible en: <http://normasieee.com> y en idioma español en: <http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7302/FORMATO%20IEEE1.pdf>.

Las referencias de sitios web deben ser de fuentes confiables y seguras; deben proceder de autores o instituciones de prestigio.

Los artículos que no sean provenientes de una investigación científica podrán seguir un estilo libre para su redacción, citas y referencias, retomando los elementos pertinentes acá recomendados.

Las fuentes se citarán y redactarán de acuerdo con el siguiente formato:

Libros

[1] Iniciales y Apellido, Título del libro en letra cursiva, Edición abreviado. Lugar de publicación: Editorial, Año de publicación, capítulo, páginas (abreviadas pp.).

Artículo de una revista

[1] J. K. Autor, "Título del artículo," Título abreviado de la revista en letra cursiva, volumen (abreviado, vol.), número abreviado no.), páginas (abreviado pp.), Mes, Año.

Informe Técnico

[1] Iniciales y apellidos del autor, "Título del informe entre comillas," Nombre de la empresa, Sede de la empresa, Tipo de informe abreviado, Número de informe, Fecha de publicación.

Recursos de Internet

Los recursos disponibles en Internet pueden presentar una tipología variada: libros, revistas, portales, bases de datos entre otros. Se citan igual que los documentos

impresos, añadiéndoles la indicación [en línea] o [online], dependiendo el idioma en que se redacta la referencia. Concluye con la URL del sitio.

CONVOCATORIA

El Equipo ITCA-EDITORES invita a directores, docentes e investigadores de ITCA-FEPADE, así como a profesores y profesionales externos, a escribir y compartir sus aportes intelectuales a través de la Revista Tecnológica. Podrán enviar sus artículos en un archivo digital a la siguiente dirección: revistatecnologica@itca.edu.sv

DIRECCIÓN POSTAL

Revista Tecnológica

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

Km. 11.5 Carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador.

Tel. (503)2132-7423, Fax: (503)2132-7599.

Apartado Postal No. 133.

Email: revistatecnologica@itca.edu.sv

Sitio Web: www.itca.edu.sv



ESTUDIA EN EL ITCA
Transfórmate en un profesional de éxito

Escuela Especializada en Ingeniería
ITCA FEPADE
SANTA TECLA • ZACATECOLUCA • SAN MIGUEL • SANTA ANA • LA UNIÓN

www.itca.edu.sv [f](#) ITCA-FEPADE (Sitio Oficial) [\(503\) 2132-7400](tel:(503)2132-7400)



VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

INTEGRIDAD: *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

ESPIRITUALIDAD: *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

COOPERACIÓN: *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

COMUNICACIÓN: *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

SEDES ITCA - FEPADE EL SALVADOR

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.



SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 Carretera a Santa Tecla, La Libertad.
Tel. (503) 2132-7400
Fax. (503) 2132-7599



CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur,
Finca Procavia
Tels. (503) 2440-4348
y (503) 2440-2007
Tel./Fax. (503) 2440-3183

CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo, sobre autopista a Zacatecoluca y Usulután.
Tels. (503) 2334-0763
y (503) 2334-0768



CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de Lima.
Tels. (503) 2669-2292
y (503) 2669-2298
Fax. (503) 2669-0061



CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN

Calle Santa María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.
Tel. (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv