

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEPIC

THE INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF STUDENTS OF CIVIL ENGINEERING AT THE INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TEPIC

Carlos Alberto Hoyos Castellanos¹, Ana Teresa Sifuentes Ocegueda², J. Jesús Vázquez Magaña³, Miguel Ángel Jaime Parra⁴, Fernando Treviño Montemayor⁵

^{1, 3, 4, 5} Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tepic, México

²Universidad Autónoma de Nayarit, México

E-mail: [hoyoscarlos, jvazquez, mjaime, ftrevino]@ittec.edu.mx, anat.sifuentes@uan.edu.mx

(Enviado Noviembre 01, 2018; Aceptado Diciembre 13, 2018)

Resumen

Este artículo realiza una presentación de las aplicaciones de las Tecnologías de la Información (TICs) aplicadas a la enseñanza de la Ingeniería Civil en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Tepic. Hace una descripción del software que se usa para la formación de los ingenieros civiles que serán egresados del I. T. Tepic, desarrollando una breve descripción de cada uno de los programas y sus características. De esta manera, presenta una perspectiva de los conocimientos que el ingeniero civil manejará en su desarrollo profesional y por lo tanto el conjunto de competencias que serán transmitidas por los docentes a los alumnos durante su formación profesional.

Palabras clave: *Tecnologías de la Información, Ingeniería Civil, Competencias Profesionales, Formación Profesional, Educación.*

Abstract

This article makes a presentation of the applications of Information Technologies (TICs) applied to the teaching of Civil Engineering at the Technological National of Mexico campus Technological Institute of Tepic. It makes a description of the software that is used for the training of civil engineers who will be graduates of I. T. Tepic, developing a brief description of each of the programs and their characteristics. In this way, it presents a perspective of the knowledge that the civil engineer will handle in his professional development and therefore the set of competences that will be transmitted by the teachers to the students during their professional training.

Keywords: *Information Technology, Civil Engineering, Professional Skills, Vocational Training, Education.*

1 INTRODUCCIÓN

El uso de las TICs en la aplicación de la ingeniería civil ha avanzado al ritmo en que evoluciona la tecnología en todos sus ámbitos, desde las nuevas máquinas que se emplean en los trabajos más simples de la ingeniería como una retroexcavadora, un cargador o un tractor, hasta el uso de robots para desempeñar las tareas cotidianas de la construcción.

A ese mismo ritmo se deben ir modificando las estrategias de la enseñanza de la ingeniería civil, por lo que es necesario e indispensable que los docentes se mantengan actualizados en todos los campos en los que aplica el proceso de enseñanza aprendizaje, como en el uso de las tecnologías de la información para un mejor aprovechamiento del tiempo y de las herramientas que se

tienen actualmente en la aplicación real de la ingeniería civil.

Con este objetivo, es relevante el conocer los principales usos de las TICs en la enseñanza de la ingeniería. Si bien los planteles educativos no siempre cuentan con los recursos necesarios para mantenerse actualizados, especialmente en los planteles de educación pública, los docentes y los alumnos no pueden detenerse en ese proceso de actualización permanente si se desea tener egresados que puedan desempeñar su profesión de manera adecuada en el mercado de la construcción.

Esta idea es planteada por [1] cuando definen las ventajas que se tienen actualmente en la educación de la ingeniería:

- Fácil acceso a la información.
- Redes mundiales de banda ancha.
- Tecnologías de realidad virtual.
- Fusión de las telecomunicaciones y la informática (televoto, telecompra, ir a trabajar será historia para mucha gente: teletrabajo...).
- Servicios sin barreras.

Al aplicar estos conceptos en la educación, tenemos como resultado una revolución en la docencia y especialmente en el proceso de formación de ingenieros civiles.

2 LOS CONOCIMIENTOS DEL INGENIERO CIVIL

De acuerdo a [1], los conocimientos que debe manejar el ingeniero civil incluyen los siguientes:

- Matemáticas, física, química, biología, mecánica y materiales, que son la base de la ingeniería.
- Diseño de estructuras, instalaciones y sistemas.
- Riesgo/incertidumbre, como detección de riesgos, tipos y probabilidad basadas en datos y en conocimientos y estadística.
- Sostenibilidad, en sus vertientes social, económica y física.
- Política pública y Administración, incluidos elementos como el proceso político, leyes y regulaciones y mecanismos de financiación.
- Rudimentos empresariales, como las formas jurídicas de la propiedad, beneficio, declaraciones de ingresos y balances, decisiones o economía y marketing de la ingeniería.
- Ciencias sociales, incluidas económicas, historia y sociología.
- Conducta ética, incluidas confidencialidad del cliente, códigos éticos dentro y fuera de las sociedades de ingeniería, prácticas anticorrupción y diferencias entre requisitos legales y expectativas éticas y la responsabilidad de la profesión de anteponer la seguridad, higiene y bienestar de la población.

Algunos de estos conocimientos se pueden adquirir con ayuda de las ventajas que ofrecen las TICs actualmente. El desempeño de los profesores de la carrera debe ser acorde a las necesidades que tienen los alumnos, y para su pertinencia en el tiempo actual, es necesario que manejen las tecnologías que vayan emergiendo en el transcurso de la formación del ingeniero.

Así, en el transcurso de la formación del ingeniero se van desarrollando las competencias que deberá tener para el ejercicio de su profesión, y para que éstas sean adecuadas deberán ser pertinentes en el tiempo y en su campo de aplicación.

3 EL SOFTWARE EN LA INGENIERÍA CIVIL

Podemos identificar las siguientes herramientas de TICs que se emplean en la formación de los alumnos de la carrera de ingeniería civil en el Instituto Tecnológico de Tepic:

a) *Autocad.*

Es un software que se utiliza para el dibujo, contando con múltiples aplicaciones en la carrera. Es ideal que el alumno obtenga el conocimiento de esta herramienta al principio de la carrera, ya que es una de las bases en las que basará su formación como ingeniero civil. *Autocad* pertenece a la compañía *Autodesk®*, la cual ofrece la ventaja de contar con licencia estudiantil para los docentes y alumnos de las escuelas públicas y privadas registradas en la mayoría de los países, por lo que el alumno puede obtener el conocimiento con la herramienta más actualizada [2].

Existen varias versiones de este software, siendo las más conocidas el *Autocad architecture* y el *Autocad* (original), ambos se utilizan para la creación de proyectos de construcción y son empleados principalmente en las carreras de Ingeniería Civil y de Arquitectura. Existen también las versiones para las especialidades eléctrica, mecánica (aire acondicionado y calefacciones), dibujo 3D, entre otras. Es tal su reconocimiento y validez que otros softwares los usan como base para interactuar con él en la generación de cantidades de obra, precios, programas de obra, etc.

Es indispensable en la actualidad que los docentes y estudiantes de Ingeniería Civil tengan pleno conocimiento de este software, ya que es uno de los más empleados en el campo de la construcción a nivel mundial.

b) *Civilcad.*

CivilCAD®, creado por ARQCOM, es el software diseñado para crear funciones adicionales que automatizan y simplifican las tareas dentro de AutoCAD® Full, BricsCAD® PRO/Platinum y ZWCAD+, cubriendo diversas necesidades del profesional de la Ingeniería Civil y Topografía de habla hispana; utilizado por dependencias de gobierno, constructoras y universidades.

Se integra a la barra de menú de *Autocad* y ofrece los siguientes módulos:

Módulo básico. Es el módulo de topografía básica que ofrece *Civilcad*, el cual incluye las siguientes acciones: anotación de datos de líneas, arcos y superficies; Importación y exportación de puntos desde libretas electrónicas en diversos formatos como coordenadas, radiaciones, estación-offset-elevación, entre otras; Cuadros de construcción y de curvas; Curvas de Nivel; Dibujo de perfiles y secciones; Diseño de bermas en taludes; cálculo de volúmenes en plataformas.

Módulo de agua potable y alcantarillado. Este módulo ayuda a realizar los cálculos de redes de agua potable abiertas, cerradas y combinadas, realizando el balanceo de cargas en los nodos y el cálculo de pérdida

de cargas totales. Genera el despiece de cruceros y la cuantificación de las piezas de la red.

También realiza el cálculo de redes de alcantarillado definiendo la dirección del flujo de acuerdo a la rasante de los pozos de visita o manualmente. Genera los planos con los datos de construcción como cotas de terreno, clave, plantilla y profundidad en pozos de visita, entre otros datos.

Módulo de Carreteras SCT. El módulo opcional de Carreteras SCT 2.0 ha sido creado para facilitar el diseño de alineamientos horizontales y verticales atendiendo a los lineamientos especificados en el reglamento SCT. Ahora es posible generar reportes de seccionamiento con formato requerido por la SCT, con el cadenamiento y elevación anotado al centro y datos de distancia y desnivel a la izquierda y derecha. El reporte se muestra automáticamente en Excel con separación entre páginas y encabezados listo para impresión.

Módulo de redes de alcantarillado pluvial ADS. Este módulo contiene rutinas útiles para el cálculo geométrico y cuantificación de elementos de redes de alcantarillado pluvial con tuberías y materiales fabricados por ADS Mexicana.

Módulo CivilCAD de interface con Google Earth TM. Este módulo permite importar y exportar fácilmente mallas de triangulación, polígonos, puntos e imágenes georeferenciadas entre *Google Earth™* y AutoCAD para usarlas como plantilla de trazo en sus proyectos y generar además curvas de nivel, perfiles, secciones y cálculos volumétricos con información obtenida de *Google Earth™*.

El software *CivilCad* ayuda a tener un extenso uso de herramientas para el manejo de la información de terracerías, proyectos de carreteras, movimiento de tierras, proyectos de agua potable y alcantarillado. Este tipo de trabajos son una de las especialidades más buscadas por los estudiantes de la ingeniería civil, ya que la construcción de carreteras es siempre demandada en todas partes y es uno de los temas más atractivos para la ingeniería.

c) Opus 18.

Es un software de administración de proyectos que tiene en su historial el nacimiento como software de precios unitarios [3]. Integra los siguientes módulos:

Módulo 1 Presupuesto programable. Realiza las acciones necesarias para la generación de los presupuestos de los proyectos de construcción.

Módulo 2 Planeación y Control Integral. Permite hacer la planeación del proyecto desde la generación del programa de obra y ayuda a desarrollar el control integral del proyecto.

Módulo 3 Administración de Compras. Ayuda a gestionar las compras del proyecto durante su

ejecución, pudiendo establecer la comunicación directa con los proveedores para la gestión de los materiales a adquirir.

Módulo 4 Dependencias. Permite a Dependencias e Instituciones (tanto públicas como privadas), automatizar de manera integral una licitación, análisis y comparativa de propuestas, así como definición de la ganadora.

Módulo 5 CAD Pro. Realiza la interfaz entre el proyecto en *autocad* y Opus para la generación automática de la cuantificación directa de los precios unitarios.

d) Campeón Plus Smartx.2.

Campeón Plus [4] es un sistema para la administración de proyectos que ha logrado solucionar de forma integral las necesidades de la industria contemplando la Presupuestación, programación y control. Este software es de aplicación principalmente a la industria de la construcción, pero puede adaptarse a las necesidades de otros sectores. Su uso es similar al del software Opus, siendo éstos dos los que dominan el mercado de la construcción en México.

Por otro lado, una de las ramas más importantes de la ingeniería civil corresponde a la hidráulica. Los sistemas que se usan para la formación del ingeniero civil en el Instituto Tecnológico de Tepic, HEC-RAS e IBER, los cuales se describen a continuación.

Estos dos *softwares* son los representantes del manejo de la información económica de los proyectos. La principal razón para su uso en la enseñanza de la ingeniería civil es que son de los más usados en la vida profesional al ser los más comunes en el manejo de la información de proyectos en la obra pública en México.

e) HEC-RAS.

Este software le permite al usuario realizar un flujo estable unidimensional, cálculos de flujo no estacionario unidimensionales y bidimensionales, cálculos de transporte de sedimentos / lecho móvil y modelos de temperatura del agua / calidad del agua [5].

HEC-RAS está diseñado para realizar cálculos hidráulicos en una y dos dimensiones para una red completa de canales naturales y construidos. La siguiente es una descripción de las principales capacidades de HEC-RAS.

Interfaz de usuario. El usuario interactúa con HEC-RAS a través de una interfaz gráfica de usuario (GUI). El enfoque principal en el diseño de la interfaz fue facilitar el uso del software, a la vez que mantiene un alto nivel de eficiencia para el usuario. La interfaz proporciona las siguientes funciones:

- Gestión de archivos.
- Entrada y edición de datos.
- Análisis hidráulicos.

- Tabulación y pantallas gráficas de datos de entrada y salida.
- Mapeo de inundaciones y animaciones de propagación del agua.
- Instalaciones de informes.
- Ayuda sensible al contexto.

Componentes de análisis hidráulico. El sistema HEC-RAS contiene varios componentes de análisis de ríos para: (1) cálculos de perfil de superficie de agua de flujo constante; (2) simulación de flujo inestable unidimensional y bidimensional; (3) cálculos de transporte de sedimentos de frontera móvil; y (4) análisis de calidad del agua. Un elemento clave es que los cuatro componentes utilizan una representación de datos geométricos comunes y rutinas de cálculo hidráulico e geométrico comunes. Además de estos componentes de análisis de ríos, el sistema contiene varias características de diseño hidráulico que pueden invocarse una vez que se calculan los perfiles básicos de la superficie del agua.

Perfiles de superficie de agua de flujo constante. Este componente del sistema de modelado está diseñado para calcular los perfiles de la superficie del agua para un flujo estable y gradualmente variado. El sistema puede manejar una red completa de canales, un sistema dendrítico o un solo alcance de río. El componente de flujo constante es capaz de modelar perfiles de superficie de agua subcríticos, supercríticos y de flujo mixto.

Simulación de flujo inestable en una y dos dimensiones. Este componente del sistema de modelado HEC-RAS es capaz de simular unidimensional; bidimensional; y combinar flujo inestable de una / dos dimensiones a través de una red completa de canales abiertos, llanuras de inundación y canales aluviales. El componente de flujo inestable se puede utilizar para realizar cálculos de régimen de flujo subcrítico, supercrítico y mixto (subcrítico, supercrítico, saltos hidráulicos y extracciones) en el módulo de cálculos de flujo inestable.

Transporte constante / Cálculos de límites móviles. Este componente del sistema de modelado está destinado a la simulación de los cálculos de transporte de sedimentos unidimensionales / límites móviles resultantes de la degradación y deposición en períodos de tiempo moderados (típicamente años, aunque las aplicaciones a eventos de inundación individuales son posibles).

Análisis de calidad del agua. Este componente del sistema de modelado está diseñado para permitir al usuario realizar análisis de calidad del agua fluvial. Con esta versión de HEC – RAS se incluye un módulo de dispersión de advección, que agrega la capacidad de modelar la temperatura del agua. Este nuevo módulo utiliza el esquema numérico explícito *QUICKEST-ULTIMATE* para resolver la ecuación de advección-dispersión unidimensional utilizando un enfoque de

control de volumen con un presupuesto de energía térmica completamente implementado. El transporte y el destino de un conjunto limitado de componentes de la calidad del agua ahora también está disponible en HEC-RAS. Los componentes de la calidad del agua disponibles actualmente son: Nitrógeno disuelto (NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N y Org-N); Fósforo disuelto (PO₄-P y Org-P); Algas; Oxígeno Disuelto (DO); y la Demanda Biológica de Oxígeno Carbónico (CBOD).

f) Software IBER.

Iber es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial. El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios. El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, que constituye la base de Iber, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad (ecuaciones de St. Venant 2D). El módulo de turbulencia permite incluir las tensiones turbulentas al cálculo hidrodinámico, pudiéndose utilizar diferentes modelos de turbulencia para aguas someras con distinto grado de complejidad. En la versión actual se incluyen un modelo parabólico, un modelo de longitud de mezcla y un modelo $k-\epsilon$. El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte de fondo y transporte turbulento en suspensión, calculando a partir del balance de masa de sedimento, la evolución de la cota de fondo. Iber es gratuito y de libre uso [6].

g) Info Works ICM.

InfoWorks® ICM (*Integrated Catchment Modeling*) [7] es la primera plataforma de software en el mercado para el modelado hidrodinámico 1D / 2D completo y verdaderamente integrado de ambos ríos y sistemas de alcantarillado. Por primera vez, es posible un estudio exhaustivo de las áreas de captación complejas con todos los elementos de la infraestructura de drenaje y los sistemas fluviales naturales y las interacciones entre ellas en el nivel cualitativo y cuantitativo en un producto como un solo flujo de trabajo.

Heredada de InfoWorks CS (sistemas de alcantarillado, retirados en 2015) e InfoWorks RS (sistemas fluviales) internacionalmente reconocidos y ampliamente adoptados, InfoWorks® ICM combina más de 30 años de experiencia internacional con los últimos logros científicos en el campo de la hidrología, la hidráulica computacional y las tecnologías de software de vanguardia. En menos de 5 años desde que se estrenó en el mercado en 2010, InfoWorks ICM se convirtió en una plataforma estándar para diseñadores, consultores y operadores de servicios públicos de todo el mundo,

incluidos el Reino Unido, la Unión BENELUX, Francia, Italia, España, Estados Unidos, Canadá, Japón, China y muchos más.

El campo del estudio de la hidráulica y la hidrología es muy amplio, y el ingeniero civil se encarga de las aplicaciones que se tienen en estas áreas para la solución del manejo de las obras hidráulicas. Es un tema indispensable que se debe manejar de forma relevante para los estudiantes, ya que tiene un impacto social muy significativo. Sus resultados tienen que ver con el correcto desarrollo de obras y proyectos que ayuden a manejar el tema del agua en las ciudades y en el campo en general, sirviendo para la prevención de inundaciones y el manejo inteligente del agua.

Este tema es desarrollado en varias materias de la retícula del ingeniero civil y siempre se mantiene en continua evolución, marcando un área de trabajo muy importante para los egresados.

En lo que corresponde a la formulación de proyectos, la formación del ingeniero civil se auxilia en el software que se describe a continuación.

h) INTECPLAN.

Es un software desarrollado por ingenieros mexicanos que sirve para elaborar un Proyecto de Inversión o Plan de Negocios competitivo de forma fácil y práctica.

El programa organiza tablas de Excel® prediseñadas y archivos de Word® que siguen una metodología profesional, que incluye los estudios y capítulos más descriptivos de un proyecto. Tiene una completa guía de usuario que describe con un lenguaje sencillo en que consiste cada capítulo, la información que se debe recolectar, y las instrucciones para ir elaborando el Proyecto [8].

i) Microsoft Project.

Este es un software de la familia de Microsoft que se utiliza para la administración de proyectos. Permite generar el programa de ejecución del proyecto y a llevar el control de la ejecución del mismo [9].

El manejo de la información de los proyectos es aún más relevante si tomamos en cuenta la competitividad que demanda nuestra modernidad. En todos los contratos de obra pública y privada es muy importante el tema del tiempo de entrega de los trabajos terminados y desarrollados con la calidad contratada. Los programas como el Microsoft Project y el Primavera se vuelven muy relevantes para el control de la información del desarrollo de proyectos, aunque es necesario en la actualidad asimilar los nuevos programas, como el BIM de *Autocad*, que permiten hacer un manejo integral de la información de los proyectos. Éste será el futuro cercano en el que deben de prepararse los estudiantes de la ingeniería civil en el área de manejo de proyecto.

Para el manejo de la información estructural, se usan los siguientes programas:

j) RAM Elements.

Este software sirve para analizar y diseñar cualquier tipo de estructura o componente estructural, incluyendo elementos finitos en 3D. Comprende proyectos de acero, concreto, acero formado en frío, mampostería y madera [10].

k) STAAD.

Software para el análisis y diseño estructural para cualquier tamaño o tipo de estructura, simplificando el flujo de trabajo BIM utilizando un modelo físico en STAAD.Pro que se convierte automáticamente en el modelo analítico para su análisis estructural.

Debido a que cada empresa tiene diferentes necesidades, hay tres opciones flexibles de STAAD.Pro:

STAAD.Pro: la opción STAAD más básica que incluye el análisis FEM y el modelado físico.

STAAD.Pro Advanced: agrega un análisis más rápido, más avanzado y complejo.

Structural Enterprise: las aplicaciones estructurales más populares en una única licencia rentable.

l) RISA.

Esta plataforma está diseñada para el análisis y diseño de estructuras en sus diferentes materiales, tanto en dos como en tres dimensiones [11].

Los programas de análisis y diseño estructural han evolucionado enormemente con el desarrollo de los métodos de análisis y el auge de los sistemas informáticos. En el pasado, realizar el análisis de una estructura era un proceso largo y tedioso, y la posterior etapa de diseño se volvía una tortura para llegar a un resultado que no siempre era el más óptimo.

En la actualidad, los programas de estructuras realizan el análisis y diseño de manera casi simultánea, logrando una velocidad de respuesta asombrosa, con la cualidad de poder realizar cambios en el diseño de las estructuras, ya sea de concreto o de acero, con un esfuerzo mínimo por parte del estructurista. Sin embargo, es indispensable que el ingeniero civil tenga bien planteadas las bases del análisis y diseño para hacer un uso adecuado de los programas de computadora y que se obtengan los resultados esperados.

Por otra parte, hay software más simple para el entrenamiento del estudiante en ciertos aspectos específicos del área de estructuras, como el que se menciona a continuación.

m) Software Secciones.

Este programa de licencia genérica sirve para el cálculo de las propiedades de secciones tales como áreas, centros, centroides, inercia, entre otros, temas que son básicos en la ingeniería estructural [12].

n) Software MD Solids.

En honor a la incansable dedicación del Dr. Philpot a la educación en ingeniería, la familia Philpot ofrece acceso gratuito a la versión completa de MDSolids [13]. El código de registro debe ingresarse en el programa MDSolids. En el menú Ayuda, encontrará un elemento llamado "Registrar MDSolids". Haga clic en este elemento y luego ingrese su nombre y el código de registro en los cuadros de diálogo. El código eliminará la limitación de 30 días.

La versión completa de MDSolids incluye:

- Acceso a archivos: la función Abrir / Guardar / Guardar como / Guardar todo está ahora disponible. Los usuarios pueden elegir guardar datos de un módulo MDSolids individual o pueden guardar datos de una sesión completa.
- Impresión: Se ha agregado la capacidad de Imprimir / Imprimir formulario / Imprimir pantalla a cada rutina.
- Mapas de bits: la capacidad de Captura de mapa de bits y Copiar en el Portapapeles está disponible para las rutinas que presentan imágenes.
- Salida de Excel: los datos de la rutina Stress-Strain, el módulo de propiedades de la sección y el módulo de análisis general se pueden guardar en formato de hoja de cálculo de Excel (.xls).
- Personalizar listas de materiales: los usuarios pueden crear y modificar la lista de propiedades del material (por ejemplo, módulos elásticos, módulos de corte, límites de tensión, etc.) utilizados por MDSolids.
- Personalizar preferencia de unidad: Los usuarios pueden establecer una preferencia para unidades SI o US.

Por otro lado, de manera general se utilizan las herramientas de Microsoft Office, las cuales incluyen *Word* (procesador de textos), *Excel* (hoja de cálculo), *Power Point* (presentaciones), entre otras aplicaciones.

Otra de las plataformas que usa el I. T. Tepic para ofrecer servicios a los estudiantes es la que ofrece Google. Se usan servicios de correo electrónico, por medio del cual se generan las cuentas de todos los alumnos y maestros con terminación @ittec.edu.mx, así como el uso del google drive para el intercambio de información y el uso de las diferentes herramientas que se habilitan en las cuentas de correo basadas en Google.

Durante la formación del ingeniero civil, como parte de su proceso educativo, se aprovechan las TICs en el proceso formativo. Esto se desarrolla mediante el uso de una plataforma *Moddle* denominada EDDI, la cual está ubicada para ser accedida por el alumno en la página del I. Tepic, www.ittec.edu.mx. A través de esta plataforma el alumno realiza actividades escolares de algunas de las materias que cursa a lo largo de su carrera, las cuales incluyen la presentación de trabajos, recepción de información de sus carreras, acceso a bibliografía, presentación de exámenes, entre otras actividades.

También dentro de la página de la institución, el alumno tiene acceso a una plataforma para visualizar su expediente académico, el proceso de inscripción semestral, presentación de solicitudes especiales al comité académico, entre otras actividades. En la misma página se le da acceso a los reglamentos y disposiciones oficiales que debe conocer para tener un desempeño óptimo dentro de sus estudios profesionales y se le hace llegar información oficial.

Cabe hacer notar que la mayoría del software que se usa en el Instituto Tecnológico de Tepic para la carrera de ingeniería civil son de uso libre. Algunos de ellos se usan por medio de las facilidades que ofrecen los fabricantes en sus ofertas académicas, como es el caso del *Autocad*, y en el caso del Microsoft Office se tiene una licencia genérica obtenida por el Tecnológico Nacional de México y especialmente para el Instituto Tecnológico de Tepic.

4 CONCLUSIONES

Las ventajas de usar el *software* con el que los egresados desarrollarán sus actividades en la etapa profesional es evidente. La mayoría de las empresas utilizan uno o varios de los programas mencionados en este artículo y el egresado de ingeniería civil tiene la ventaja de tener el conocimiento previo de los mismos. Esta situación les da una ventaja competitiva a los egresados para su desempeño en el campo laboral.

También implica que los docentes se mantengan actualizados en cada uno de los campos en los que se desenvuelve, ya que debe estarse capacitando continuamente para permanecer pertinente al mercado actual.

El continuo avance de la tecnología, especialmente el de las tecnologías de la información, demanda que los planes y programas de estudio de la ingeniería civil estén siempre inmersos en un proceso de mejora continua. Esta actividad es permanente en el Tecnológico Nacional de México, sistema al cual pertenece el Instituto Tecnológico de Tepic, mediante la realización de actualizaciones continuas de los planes de estudio y de la capacitación constante de los docentes, así como la interrelación con las compañías de la industria de la construcción.

5 REFERENCIAS

- [1] Palacio, C. (2013). Tendencias y desafíos en la formación de Ingenieros Civiles, *Ingeniería y Sociedad*, 0 (6), 11-19.
- [2] Autodesk | Software de diseño 3D, ingeniería y entretenimiento (2018). Página oficial. Recuperado de: <https://www.autodesk.mx/>
- [3] Página oficial de OPUS sistema de Ingeniería de Costos. (2018). PRESUPUESTO PROGRAMABLE, PLANEACIÓN Y CONTROL INTEGRAL, ADMINISTRACIÓN DE COMPRAS, DEPENDENCIAS, CAD PRO, ENTERPRISE.

- Recuperado de:
<http://www.ecosoft.com.mx/index.php>
- [4] CampeónPlus (2018). Página oficial. Recuperado de:
<http://campeonplus.com.mx/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- [5] HEC-RAS. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [6] Claros, C. (2018). IBER — Flumen Institute — UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado de:
<https://www.flumen.upc.edu/es/documentacion/software/iber>
- [7] Intecplan - Software para Proyectos. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<https://www.intecplan.com.mx/>
- [8] Info Works ICM. (2018.). Página oficial. Recuperado de:
<https://www.aquamod.eu/en/index.php/software/info-works-icm>
- [9] Microsoft Project el software de administración de proyectos. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<https://products.office.com/es-mx/project/project-and-portfolio-management-software>
- [10] RAM Elements - Análisis estructural y diseño 3D. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<https://www.bentley.com/es/products/product-line/structural-analysis-software/ram-elements>
- [11] RISA - Structural Engineering Software for Analysis & Design. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<http://risa.com/>
- [12] Secciones», Softonic. (2018). Página oficial. Recuperado de: <https://secciones.softonic.com>
- [13] MDSolids: Educational Software for Mechanics of Materials. (2018). Página oficial. Recuperado de:
<http://web.mst.edu/~mdsolids/download.htm>