

Administración y Tecnología para el Diseño

para arquitectura, diseño e Ingeniería

Compilación de Artículos de Investigación **2013**



Red Académica Internacional UADY, UAM-A, WPI, TAMU e Invitados

Compilación de artículos de investigación de la Red Académica Internacional Diseño y Construcción.

**Administración y Tecnología
para Arquitectura, Diseño e
Ingeniería.**

**Área de Administración y
Tecnología para el Diseño.**

**Compilación de
artículos de
investigación de la Red
Académica
Internacional Diseño y
Construcción.**

**Administración y Tecnología
para Arquitectura, Diseño e
Ingeniería.**

**Área de Administración y
Tecnología para el Diseño.**

**Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización.**

**División de Ciencias y
Artes para el Diseño.**

UAM-Azcapotzalco

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA**

RECTOR GENERAL

Dr. Salvador Vega y León

SECRETARIO GENERAL

Mtro. Norberto Manjarrez Álvarez

**UNIDAD AZCAPOTZALCO
RECTOR**

Dr. Romualdo López Zarate

SECRETARIO

Mtro. Abelardo González Aragón

**DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL
DISEÑO**

DIRECTOR

Dr. Aníbal Figueroa Castrejón

SECRETARIO ACADÉMICO

Mtro. Héctor Valerdi Madrigal

**JEFE DE DEPARTAMENTO PROCESOS
Y TÉCNICAS DE
REALIZACIÓN**

Arq. Eduardo
Kotásek González

COORDINADOR DE LA PUBLICACIÓN

Arq. Alberto Ramírez Alférez

DISEÑO Y FORMACIÓN EDITORIAL

Aron Escamilla

CORRECCIÓN DE ESTILO

Alán Ramírez Ayón

PORTADA

Fernanda Virginia Lara Vergara

COMPILACIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN. Año 3, Número 3, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex Hacienda San Juan de Dios, Delegación Tlalpan, C.P. 14387, México DF. y Av. San Pablo Núm. 180, Edif. H. planta baja, Col. Reynosa Tamaulipas, Del. Azcapotzalco C.P. 02200, México DF., teléfono 53189482, Página electrónica de la revista: <http://www.uam.mx> y dirección electrónica: <http://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx>.

Editor responsable Alberto Ramírez Alférez. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Núm. 04-2011-112310421200-102, ISSN 2007-7564, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido Número 15941, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa por la Sección de Impresión y Reproducción de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Col. Reynosa Tamaulipas, Delegación Azcapotzalco, C.P. 02200, México DF., tel. 53189482. Este número se terminó de imprimir en México DF. El 15 de Diciembre del 2013 con un tiraje de 100 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación, por lo que los artículos presentados son responsabilidad del autor.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

CONTENIDO

- 9 **Prólogo**
Arq. Alberto Ramírez Alférez
- 21 **Finiquito de obra y BIM**
Mtro. Alejandro Cervantes Abarca
Arq. Alberto Ramírez Alférez.
- 47 **Propuesta para generar modelos de construcción BIM de proyectos de edificación**
I.C. Maricela Laguna Hernández
M.I. Selene Aimé Audeves-Pérez
Dr. Gilberto Abenamar Corona Suarez
M.I. Nicolás Zaragoza Grifé
- 69 **La administración de los materiales en proyectos de edificación mediante modelos BIM**
Ing. Marco Antonio Medina Pacheco (expositor)
Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez
- 83 **La administración del tiempo de ejecución de los proyectos de obra pública.**
Mtro. Romel G. Solís
Carcaño
- 101 **Diseño de un sistema de integración de control de información de instalaciones, un caso práctico.**
M. en Arq. Baruch Ángel Martínez Herrera
- 117 **Causas de fallas constructivas presentadas en proyectos viviendas**
Selene A. Audeves Pérez
- 135 **Beneficios económicos del uso de tecnología y criterios verdes en la gestión de obra.**
Mtra. Isaura Elisa López Vivero

CONTENIDO

- 157 **Planeación, financiamiento, diseño y construcción de hospitales regionales de alta especialidad en México**
Mtro. Luis Rocha Chiu
- 201 **Un prototipo computacional para la estimación de costos y planeación de obras con base en modelos BIM**
Mtro. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé
- 219 **Sismo, edificios dañados, y recomendaciones.**
Arq. Cesar Carpío Utrilla
- 239 **La gestión de la calidad en las organizaciones dedicadas a la construcción de desarrollos habitacionales.**
Mtro. Gilberto A. Corona Suárez
- 259 **Desarrollo de un modelo para la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.**
Mtro. en I. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé,
I.C. Carlos Adrián Maldonado Echeverría
- 283 **La gestión del diseño ante el consumismo y la problemática medioambiental**
Dr. Luciano Segura Jáuregui Álvarez
- 306 **La administración en obra de la producción arquitectónica a través de BIM**
Arq. Tomás Sosa Pedroza
Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz
- 316 **Gestión de un proyecto de diseño de interiores.**
Dra. Rosa Elena Álvarez
Mtra. María Teresa Bernal
Mtro. Carlos Angulo
Mtra. Carolina Sue Andrade

**Compilación artículos de
investigación de la Red
Académica Internacional
Diseño y Construcción.**

**Administración y tecnología
para arquitectura, Diseño e
ingeniería**

Prólogo

Arq. Alberto Ramírez Alférez



PROLOGO.**Arq. Alberto Ramírez alfárez.**

Me enorgullece como editor de esta revista de tecnología, ser el presentador que Como consecuencia del séptimo congreso internacional de administración y tecnología para la arquitectura, el diseño, y la ingeniería, llevado a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco durante los días 24, 25 y 26 de octubre del 2013 cuyo evento coordinó la Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz y el área de administración y tecnología para el diseño, del departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la división de Ciencias y Artes para el Diseño, en donde las líneas de análisis y estudio fueron; construcción, tecnología BIM, sustentabilidad, administración, diseño , e innovación tecnológica.

Cabe recordar que el área es integrante de la red académica internacional Diseño Construcción compuesta por la Universidad Autónoma de Yucatán, (UAdY), el Worcester Polytechnic Institute (WPI), Texas A & M University (TAMU) y la Universidad Autónoma metropolitana-Azcapotzalco y entre sus principales objetivos es la investigación e innovación en el campo del diseño-construcción.

Dicho evento sirve como marco para mostrar y difundir entre la comunidad académica y público interesado en la temática del diseño los avances que en materia del mismo dan a conocer no solo los integrantes de dicha red, sino también académicos de otras universidades e instituciones y personal directivo de importantes empresas tanto públicas como privadas.

Quiero también mencionar que dicho congreso es muy acogido por los estudiantes de la división CyAD conformada por las carreras del diseño, porque no solo los temas expuestos se refieren a la carrera de la arquitectura o la ingeniería , sino al diseño industrial y hasta el diseño gráfico mostrándolo así la demanda de espacios para estar en dicho evento.

Los artículos presentados los días del evento y que entregaron los autores en extenso para su publicación y difusión fueron los siguientes:

Iniciamos la presentación con el artículo presentado por el Mtro. Alejandro Cervantes Abarca y el Arq. Alberto Ramírez Alfárez.

Título: Finiquito de obra y BIM.

En este artículo se habla de la importancia que tiene la contratación de una obra de construcción, en donde se establecen las bases y cláusulas del mismo, dando gran relevancia a los tiempos de ejecución por lo que los autores recomiendan tener una supervisión y vigilancia de la misma para contemplar el correcto desarrollo de los trabajos de acuerdo a lo estipulado en el contrato y sus anexos

Se menciona que el BIM es una metodología integradora de software para facilitar y agilizar todo el proceso de diseño y ejecución de los trabajos de construcción, y que es una herramienta innovadora para el buen desarrollo de la obra, que permite facilitar los trabajos del finiquito de la misma y corregir en breve tiempo cualquier modificación o cambio que sufra durante su desarrollo de ejecución.

La conclusión a la que llegan es que dada la vertiginosa evolución que tiene la tecnología, y aprovechando los diferentes programas y software desarrollados por la cibernética, es necesario que los profesionales del Diseño y la construcción conozcan las nuevas herramientas que facilita la tecnología de la computación.

La I.C. Maricela Laguna Hernández en coautoría presentó el artículo:

Título: Propuesta para generar modelos de construcción BIM de proyectos de edificación.

En el exponen que el uso de nuevas tecnologías de información contribuye a la atenuación de los efectos producidos por la división de los procesos necesarios para la ejecución de los proyectos de ingeniería. Que la adopción y uso actual del Building Information Modeling (BIM) proporciona una base para la gestión y conducción de proyectos, cuya información contenida en un modelo inteligente se puede relacionar a las etapas del ciclo de vida de los proyectos de edificación. Y que su objetivo general es determinar los criterios para generar modelos BIM aplicables en la etapa de construcción de los proyectos de edificación en el estado de Yucatán.

Presentan una metodología consistente en llevar a cabo un estudio de caso sobre un proyecto de edificación, el cual analizan para determinar los conceptos de obra que serán los componentes del modelo BIM de construcción y desarrollan un instrumento en formato digital (cédula) para la recopilación de datos. Una vez concluido el modelo BIM, se obtienen las directrices para su elaboración, así como una librería de objetos paramétricos para cada componente del modelo y realizan un diagrama de flujo para exponer la secuencia de generación del modelo BIM.

En otro artículo Presentado por el Ing. Marco Antonio Medina Pacheco y el Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez lo titulan:

La administración de los materiales en proyectos de edificación mediante modelos BIM

Mencionan que en La construcción entre el 50 al 60% de los costos directos de las obras medianas y pequeñas de edificación corresponden a los materiales. La manera tradicional de gestionar los materiales se enfoca a las actividades en sitio y logísticas deficientes, existiendo problemas relacionados a la compra, suministro en tiempo y forma. Por otro lado la tecnología BIM es una plataforma tecnológica que tiene la capacidad de asociar las características e información de los materiales a los elementos y componentes del proyecto, así como la fácil actualización del modelo BIM con respecto al desenvolvimiento de la edificación. Mencionan que BIM tiene el potencial de facilitar la gestión de los materiales mediante la integración de la información que se requiere a lo largo del proceso de gestión de los materiales.

El Mtro. Romel G. Solís Carcaño en coautoría presento su investigación con el título: **La administración del tiempo de ejecución de los proyectos de obra pública**

En este artículo comentan que una de las principales fuentes de conflicto entre constructores y clientes se deriva del incumplimiento en la fecha de entrega de la obra; cuando esto ocurre, clientes, constructores y usuarios sufren diferentes afectaciones. La buena administración del tiempo de ejecución de los proyectos es un indicador importante de la eficiencia, profesionalismo y capacidad del constructor, y que también puede utilizarse para evaluar el éxito de un proyecto. En este trabajo que presentaron se visualiza el resultado de la evaluación del desempeño en el tiempo de ejecución de los proyectos de obra pública, así como la aplicación de un método desarrollado recientemente para dicho fin. Los resultados mostraron que la mitad de los proyectos estudiados no se terminaron en el tiempo contratado y que el método aplicado resultó más eficaz que el método tradicional basado en el costo.

El M. en Arq. Baruch Ángel Martínez Herrera presentó:

Título: Diseño de un sistema de integración de control de información de instalaciones, un caso práctico.

En este artículo se muestra el desarrollo de un diseño de un sistema de integración de control de información de instalaciones para control de corrosión, es un prototipo que está siendo probado en la compañía “Corrosión y Protección Ingeniería S.C.” y el objetivo de este sistema es centralizar y controlar de manera práctica y económica toda la información generada en trabajos realizados a instalaciones de gas

El Dr. Víctor Jiménez, y el Dr. Francisco González titularon su artículo:

Fabricación y colocación de dovelas de concreto armado en túneles de gran diámetro.

En el proyecto presentan un estudio que pretende mostrar la importancia que tiene la planeación de las diferentes etapas, procedimientos y actividades que se llevan a cabo para la fabricación de los elementos prefabricados de concreto

armado, de manera particular las “dovelas”, las cuales son elementos que formaran parte de la construcción de un túnel.

Para dicho objetivo, se analizará primeramente el proceso que se sigue para su fabricación, describiendo las etapas de armado de las parrillas de acero de refuerzo, la preparación de la mezcla de concreto, el vaciado del concreto y el proceso para su maduración. Posteriormente, se analiza el almacenamiento de las piezas, su traslado al sitio de la obra y finalmente la colocación de las dovelas en el túnel.

De igual manera, se plantean las principales problemáticas presentadas al respecto, durante la ejecución del Túnel Emisor Oriente, como caso particular.

Selene A. Audeves Pérez en coautoría presentó:

Título: Causas de fallas constructivas presentadas en proyectos viviendas

Presentan una investigación realizada en la ciudad de Mérida, Yucatán México, cuyo objetivo principal fue diagnosticar las causas técnico- administrativas que inciden en la manifestación de fallas recurrentes durante la construcción masiva de viviendas. Los resultados obtenidos mostraron que las causas más representativas que incidieron en la manifestación de fallas durante la construcción de las viviendas estudiadas, caen en las áreas de organización y supervisión de manera que se recomienda que estas dos áreas deban ser atendidas, para reducir la incidencia de las fallas en próximos desarrollos de viviendas por realizarse.

La Mtra. Isaura Elisa López Vivero, presentó:

Título: Beneficios económicos del uso de tecnología y criterios verdes en la gestión de obra.

Plantea en esta investigación que la construcción es una de las actividades principales donde nos indica el crecimiento económico de un país, ya que implica

generación de infraestructura, empleos y se provee de materiales e insumos de otras industrias lo que genera movimiento de capitales e inversiones.

Sin embargo dice que el producto de la construcción es un consumidor de recursos energéticos durante su tiempo de vida útil, por lo que la planeación del mismo basándose en tecnologías y criterios verdes que reutilicen los recursos y optimicen las energías es un panorama atractivo que puede lograrse por parte del constructor, no sólo por conciencia ecológica sino como un beneficio económico ofrecido por el gobierno y por la eficiencia en el consumo de la tecnología propuesta.

El Mtro. Luis Rocha Chiu colaboro con su artículo:

Planeación, financiamiento, diseño y construcción de hospitales regionales de alta especialidad en México.

En este artículo nos señala que en el mundo actual muchos países se están enfrentando a un cambio acelerado en su estructura poblacional con un perfil demográfico con población joven a otro de edades maduras y viejas. México no es ajeno a éste proceso, de hecho se prevé un envejecimiento poblacional acentuado a mediados del presente siglo. Este proceso está ocasionando cambios en el perfil epidemiológico nacional, ahora prevalecen mayormente las enfermedades crónico-degenerativas que requieren un sistema de salud especializado.

Menciona que en respuesta a esta problemática el gobierno mexicano realizó cambios a la legislación en materia de salud pública, estableció el seguro popular, introdujo un nuevo modelo de atención a la salud que busca atender con mayor eficiencia y calidad los tres niveles de servicios existentes y está implementando nuevos mecanismos de participación con el sector privado para modernizar y construir la infraestructura física de apoyo a estos servicios hospitalarios.

El Mtro. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé y coautores presentan una investigación titulada:

Un prototipo computacional para la estimación de costos y planeación de obras con base en modelos BIM.

En este trabajo presentan el resultado del desarrollo de un prototipo computacional que permite extender una herramienta que gestiona modelos BIM con el objetivo de proveerla con las funcionalidades de: estimación de costos y programación de obra, utilizando la sincronización entre el modelo BIM y una base de datos con la información complementaria de tiempo y costo. La extensión de la funcionalidad de las herramientas que permitan la gestión del modelado de información de edificios (BIM), El prototipo permite realizar el estimado de los costos unitarios, el presupuesto de la obra, la cuantificación de la misma mediante la asociación de las instancias de los elementos que conforman el modelo BIM y la programación de la obra con el método de precedencias (PDM). Se concluye que es posible extender las herramientas existentes para la gestión de modelos BIM para adaptarlas al contexto. Los autores del trabajo consideran importante seguir explorando la utilización de estas herramientas para adaptar otros procesos de diseño-construcción que dependen en forma sustancial del contexto.

El Arq. Cesar J. Carpio Utrilla nos presenta su investigación acerca de los sismos, el cual tituló:

Sismo, edificios dañados, y recomendaciones.

En su artículo explica que el fenómeno sísmico es similar al hecho de arrojar un objeto a un estanque de agua. Menciona que Las ondas sísmicas son similares a las ondas sonoras y, tienen una clasificación, explica los tipos de sismos, la escala de Richter según su intensidad, se presenta mapa de las zonas sísmicas de la republica mexicana, de la ciudad de México. Explica los periodos de vibración y resonancia, habla del comportamiento que tienen los sistemas estructurales. Hace recomendaciones de diseño y formas más adecuadas para

diseñar edificios, y sobre todo evitar los errores que se cometieron en el pasado y que cobro miles de vidas en los habitantes de la ciudad de México.

El Mtro. Gilberto A. Corona Suárez presento su artículo:

La gestión de la calidad en las organizaciones dedicadas a la construcción de desarrollos habitacionales.

En su trabajo se refiere al nivel de madurez que tienen los sistemas de gestión de calidad en las empresas dedicadas al desarrollo de vivienda en la ciudad de Mérida; desarrolló con sus colaboradores una tabla en la que se aprecian dos factores que determinaron su permanencia y su tamaño. Y como resultado arrojó que las organizaciones participantes tienen en promedio un enfoque reactivo para la gestión de la calidad,

El Mtro en I. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé, y el I.C. Carlos Adrián Maldonado Echeverría desarrollaron el artículo:

Desarrollo de un modelo para la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias

Hacen los autores referencia a que su principal objetivo de este artículo de investigación es crear un modelo que coadyuve a la integración del diseño y las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias en la construcción del proyecto, hasta su ciclo de vida. Identificando los aspectos técnicos, arquitectónicos y de funcionalidad, y necesidades futuras del usuario, que se deben tomar en cuenta para que la construcción de dichas instalaciones se hagan de manera correcta y tengan un adecuado funcionamiento.

Finalmente el Dr. Luciano Segura Jáuregui Álvarez presentó el artículo:

La gestión del diseño ante el consumismo y la problemática medioambiental

En el nos describe y analiza tres elementos de reflexión importantes para el siglo XXI: diseño, el consumo, y medio ambiente. Nos dice que el diseño tiene un potencial muy alto como para dejar huella en la sociedad. En este sentido, se delibera sobre el papel que el profesionalista de diseño (sea industrial, gráfico, arquitecto o urbanista) aporta, y modifica culturalmente. Debe tener en la

búsqueda, alternativas que permitan paliar los asentamientos humanos y el consumo indiscriminado de productos, teniendo un impacto negativo importante para el futuro inmediato del planeta.

Bajo los planteamientos anteriores, propone una serie de criterios, susceptibles de ser incorporados en el proceso proyectual, para el desarrollo de productos de diseño orientados hacia el ser humano y el medio ambiente.



FINIQUITO DE OBRA Y BIM

Arq. Alberto Ramírez Alférez

Mtro. Alejandro Cervantes Abarca

Profesores de la Universidad Autónoma Metropolitana

Ciencias y Artes para el Diseño

México, D.F., México

Administración y Tecnología para el Diseño

Departamento de Procesos y Técnicas de Realizaciones

ara@correo.azc.uam.mx

aca@correo.azc.uam.mx

“FINIQUITO DE OBRA Y BIM”.

RESUMEN

Cuando se contrata una obra; con este contrato también se deberá contemplar que la obra se entregará en un plazo establecido, y que deberá cumplir con todos los puntos señalados en el clausulado del mismo contrato. Es por ello que desde que se da por iniciada la obra deberá mantenerse una estricta vigilancia y supervisión de los trabajos desarrollados y su correcta ejecución de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones de obra contempladas en el contrato o en los anexos del mismo

.El objetivo de este trabajo es dar a conocer la importancia que tiene el finiquito de la obra de construcción, ya que si se llega a un buen final con la aceptación y satisfacción de quien contrata una obra, seguramente será la recomendación más

segura de futuros trabajos ya sea para el mismo contratante o para alguna encomienda con otra empresa o persona física.

El BIM como una metodología integradora de software para facilitar y agilizar todo el proceso de diseño y ejecución de los trabajos de construcción, es una herramienta innovadora para el buen desarrollo de la obra, que permite facilitar los trabajos del finiquito de la misma y corregir en breve tiempo cualquier modificación o cambio que sufra durante su desarrollo de ejecución.

La conclusión es que dada la vertiginosa evolución que tiene la tecnología, y aprovechando los diferentes programas y software desarrollados por la cibernética, es necesario que los profesionales del Diseño y la construcción conozcan las nuevas herramientas que nos facilita la computación.

PALABRAS CLAVE

BIM, Finiquito de obra, software, construcción,

INTRODUCCIÓN:

Es sabido que cuando se contrata un trabajo o un servicio siempre habrá una recepción de los trabajos, y que estos deberán cumplir con lo solicitado, ya sea en servicio y/o funcionamiento. La empresa o persona que contrata, para hacer cualquier reclamo regularmente tiene que efectuar una revisión de los trabajos por lo menos visualmente, y extendiéndose la garantía por el tiempo estipulado en el contrato y en las condiciones pactadas en el mismo para la entrega, a este proceso en la industria de la construcción se llama **finiquito de obra** luego entonces, ¿qué es el finiquito de obra?

Antes de definir qué es exactamente el finiquito de obras, podemos comentar que también es una herramienta de control, que es usado en la documentación para las auditorías que se efectúan a las obras tanto públicas como privadas, y que estas auditorías a su vez son documentos auxiliares y comprobatorios para que las dependencias del gobierno federal o estatal cumplan con la **Transparencia y rendición de cuentas en la construcción**.

¿Qué es el Finiquito?

Cuando se termina un trabajo, invariablemente debe haber una recepción del mismo, y este puede ser también el término del contrato el cual debe constar por escrito en un documento llamado finiquito. El finiquito, es un acuerdo en el que el trabajador o contratista y empleador dejan constancia del término del contrato de trabajo. Al firmar el finiquito, las partes en realidad están señalando que aprueban y están de conformidad con lo que en él se estipula como por ejemplo sobre el inicio y el término de la relación laboral, la recepción de los trabajos de conformidad, y también de los trabajos no realizados o suspendidos, indicando las causas y los términos en que se acordará la realización o anulación de los trabajos sobre los hechos que han originado el término del contrato, el monto de las indemnizaciones, (en caso de haberlas) etc. Esto es muy importante, porque después nadie puede desdecirse de lo allí expresado.

Es un documento valioso, por lo tanto debe tenerse sumo cuidado al firmarlo, ya que el finiquito equivale a una sentencia ejecutoriada.

Cuando un tribunal dicta una sentencia sobre un conflicto legal específico, y esta está ejecutoriada, las partes no tienen derecho a discutir los mismos asuntos judicialmente. El finiquito estaría en el mismo caso, su contenido no puede volver a discutirse judicialmente. El finiquito tiene pleno poder liberatorio, es decir, pone término definitivamente a la relación laboral, no existiendo a partir de su firma ningún vínculo que una al empleador con el trabajador. Por lo tanto, si se intenta una demanda que pretenda discutir asuntos relativos a dicha relación laboral, esta carece de causa.

Siendo el finiquito el proceso administrativo y físico, que consiste en la liquidación de los trabajos ejecutados contratados por una empresa o persona física “contratista” ante un “contratante” institución, empresa de gobierno o privada, paraestatal o simplemente el propietario de los posibles trabajos a realizar, y siendo este finiquito el instrumento para dar cumplimiento a los compromisos

contractuales, debe ser considerado una etapa más del proceso, tanto de ejecución de los trabajos como del proceso administrativo que guarda una obra. No solo es la entrega de la obra, con su acta respectiva y liberación de algunas fianzas, sino también la revisión de cada una de las entregas parciales que se hayan efectuado con anterioridad o durante la ejecución de los trabajos.

Este proceso puede iniciarse físicamente cuando la obra lleva un 80% o más en su avance y termina en muchas ocasiones hasta tiempo después de haber concluido la obra, ya que no solo se realiza físicamente, sino también documentalmente.



PLAZA JUAREZ: EDIFICIO DE TRIBUNALES

UBICACIÓN: Av. Juárez, entre Luis Moya, Dolores e Independencia

Pero también es conveniente tomar en cuenta que la entrega y recepción de los trabajos se inicia en forma paralela al desarrollo de los mismos, cuando el

residente o encargado de la obra es el responsable de que se vayan aprobando los trabajos terminados. Para este proceso, es conveniente vigilar todas y cada una de las fases o etapas de la obra, por ejemplo: Al iniciar la obra se pondrá sumo cuidado en el trazo para desplantar la construcción, ya que si hubiere equivocaciones en este aspecto, se tendrían consecuencias fatales.

Así, a medida que avanzan los trabajos en la obra, vamos teniendo entregas parciales de la misma, que también servirán para realizar las estimaciones de obra que servirán para hacer pagos parciales o totales al personal que desarrolla dichos trabajos y a su vez, para solicitar nuevos montos o pagos al contratante; a esta recepción se le llama Recepción Técnica. Es conveniente que al realizarse estas entregas se ponga especial cuidado en:

1. Que fueron ejecutados los trabajos con estricto apego a las especificaciones y normas establecidas por el que contrata y de acuerdo a leyes y reglamentos que rigen en el lugar de ejecución de la obra.
2. Que fue realizada conforme a las disposiciones del proyecto.
3. Que en la etapa de instalaciones se realizaron todas las pruebas señaladas en las especificaciones del proyecto y conforme lo que marcan las normas para cada tipo de instalación.
4. Es importante o indispensable que se anote en Bitácora de Obra, todos los cambios de cualquier índole que se realicen en la misma.
5. Que las entregas parciales también sean anotadas en la Bitácora de Obra o en algún documento que forme parte del desarrollo de la obra.
6. Que al finiquito de la obra se tenga el documento que avale el buen funcionamiento de los elementos mecánicos, las instalaciones en todos sus tipos, puertas y ventanas, terminados en los acabados con total calidad, a plomo y regla etc.

Cumpliendo con estos sencillos pasos, y quizás profundizados de acuerdo a cada institución o empresa contratante es posible llevar a cabo un finiquito menos complicado y con mayor aceptación por ambas partes.

Con estos comentarios previos, se da inicio al desarrollo del tema que es de suma importancia en el buen término de una obra como lo es el finiquito de obra, viéndolo desde un punto de vista dentro de la Auditoria de Obra.

PROCESO DEL FINIQUITO.

En el inicio de la obra, una vez definidos los antecedentes se estudiarán las generalidades de los planos, destacando los puntos de referencia que ligan unos planos con otros sobre todo cuando cada conjunto de planos hayan sido elaborados por diferentes despachos. Otro elemento importante que el residente debe considerar, es el catalogo de especificaciones el cual deberá revisar cuidadosamente, ya que de su observancia depende la correcta realización de la obra y por otra parte constituye una base para contratar los diferentes tipos de instalaciones, materiales y equipos, así como también para el análisis del costo y programación ya que esto nos especificará a detalle los procedimientos, materiales y equipo necesario para el mejor funcionamiento del proyecto.

Dentro del ámbito de la Auditoria de obras se identifican fundamentalmente cuatro etapas en el proceso del finiquito de obras, las cuales son: 1.-Técnica y física de la obra 2.- Contable 3.- Documental 4. Pago y/o retención de diferencias y liberación de fianzas, siendo que en cada una de ellas existe toda una metodología para llevarlas a cabo, en cada una de ellas habrá que tener mucho cuidado en su desarrollo por lo que es conveniente que el personal que la efectúa, esté debidamente capacitado y con amplia experiencia de lo que es la contabilidad (Contadores o auxiliares de Contabilidad) y lo que es la construcción.(Arquitectos o Ingenieros)

1. Etapa Técnica y Física de la obra.- Es la entrega de los trabajos físicamente, los cuales tendrán que ser revisados minuciosamente, aprobados y aceptados, y en su caso rechazados por alguna anomalía al contrato o a las especificaciones, esto se asentará en el acta, mencionando su corrección y tiempo de ejecución, o su anulación para ser descontado de las estimaciones si se reflejaran en éstas, o del finiquito total.
2. Etapa Contable.- Es la determinación de cifras finales considerando la compensación entre créditos y débitos en base al estado contable, verificado por contraloría , o en el caso de una empresa particular por los servicios de una consultoría. Es recomendable que en este caso la contabilidad se auxilie de los comentarios y observaciones de un experto perito en construcción, ya que en ocasiones **la documentación no corresponde con la ejecución de los trabajos. Ejemplo, acarreo y movimiento de tierras, acarreos de material de escombro, duplicidad de conceptos ejecutados, obra no realizada, etc.**
3. Etapa documental.- Es la debida y correcta integración de los documentos originales que conforman un paquete de finiquito. Un paquete de finiquito regular debe de estar integrado por los siguientes documentos:
 - a) Original Acta de recepción de los trabajos.
 - b) Original Última estimación.
 - c) Copia Última estimación (si ya fue pagada)
 - d) Original Estado contable, debidamente verificado.
 - e) Original Carta de finiquito por parte de la contratista.
 - f) Original Orden de construcción.
 - g) Copia Número de compromiso.
 - h) Original Constancia de entrega de planos autorizados.
 - i) Original Cedulas correctivas debidamente firmadas.

- j) Original Oficios de autorización de prórroga en la terminación de obra, firmados por el responsable (puede ser el titular de Proyectos y/o construcciones.)
- k) Copia Aviso de recepción de obra a la secretaria de la función pública.
- l) Original Convenio de finiquito con ampliación al fincamiento (cuando rebasa el 25% del contrato original) y convenios considerados conjunta o separadamente. Se requerirá del visto bueno del titular o responsable en la justificación del mismo por única vez. “artículo 59 de la ley de obras públicas”.

La contratista deberá enviar al contratante una carta petición para que una vez que concluyeron los trabajos, y para agilizar los tiempos de recuperación de la inversión, y dar cumplimiento a lo que señala la Ley, la parte contratante reciba los trabajos en forma oficial, respondiendo a la contratista señalar el día y la hora para efectuar dicho evento.

La carta de solicitud de recepción de trabajos por parte de la contratista.

Logo.

Lugar y Fecha.

Oficio No.

C. Gerente de Proyectos y Construcciones.

Presente.

En relación con el Contrato No. _____ de la obra _____

Que esta ubicada en _____,

De acuerdo con los trabajos que nos encomendó el (la) (Institución, Secretaria, Dependencia, Empresa, etc.) _____

Le informo a Usted que de acuerdo con el programa de obra, se han terminado los trabajos con fecha _____, solicitándole la recepción de acuerdo con el Artículo _____ de la Ley de Obras Públicas por lo que le solicito señale día y hora para cubrir dicho evento.

Atentamente

Contratista

Con copia.

Residencia de obras.

Comité de Obras

De acuerdo a lo comentado en la introducción, para realizar el finiquito de obra, la supervisión deberá: Elaborar y autorizar la liquidación de los trabajos ejecutados. Constatar la terminación de los trabajos objeto del contrato y participar en su Recepción-Entrega. Anotar las obras o los trabajos no contemplados en el presupuesto original y efectuados en el proceso de la obra fundamentado en los documentos legales y basados en la orden que da la Dirección de Obras y/o Proyectos para la petición de ejecución de dichos trabajos por:

1. Modificación del proyecto original.
2. Tiempos o periodos de ejecución.
3. Volumen de obra modificado.
4. Cambio de especificaciones o de material.
5. Cambios de costos o presupuesto.

También se considerará los conceptos anulados o modificados y tendrán que pasar al presupuesto final como trabajos no ejecutados, para ser debidamente descontados en su estimación correspondiente.

Con estos planteamientos, se podrá hacer un seguimiento de todos los cambios y trabajos extraordinarios con sus modificaciones al proyecto para dejar muy claramente en la última estimación números conciliadores que dejen satisfechas a ambas partes.

Igualmente Certificará el cumplimiento de todos los compromisos contractuales y/o proporcionará a la Residencia de obras los elementos de juicio que le permiten aplicar en su caso, las sanciones contractuales correspondientes. A petición expresa de la Residencia constatar que se haya depurado el estado contable correspondiente al ejercicio del contrato de obra. Incluyendo los cargos por suministros proporcionados por la dependencia. Elaborará la relación de estimaciones o gastos aprobados, monto ejercido, créditos, cargos y saldos.

Verificará la reintegración a la dependencia de los suministros propiedad del mismo, que no hayan sido utilizados en obra. Tendrá que recabar las garantías y manuales correspondientes a equipos de instalación permanente y sus instructivos correspondientes para ser entregados a la residencia, y posteriormente al contratante o dueño de la obra al término del finiquito.

Elaborará y autorizará la liquidación de los trabajos ejecutados. Constatando la terminación de los trabajos objeto del contrato y tendrá que participar en su recepción-entrega, entre Contratante y Contratista.

El Supervisor de la Institución contratante; de acuerdo al avance de obra, verificará, validará y aprobará de acuerdo a los números generadores para la elaboración de las estimaciones de obra, autorización de estimaciones de obra, aplicación de sanciones por mala calidad de trabajos al contratista, revisión y autorización del finiquito de obra, así como las **Actas de Recepción y Entrega**, constatando que la inversión indicada en el Acta de **Entrega** este contenida en el **Presupuesto Aprobado** y, en su caso, regularizar la situación; respecto al Acta de Recepción.

Antes de proceder a su autorización, deberá verificarse que se encuentre finiquitada administrativa y constructivamente.

El reglamento de la Ley de Obras Públicas dice en su **Artículo 102.-** Los documentos que deberán acompañarse a cada estimación serán determinados por cada dependencia o entidad, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, los cuales serán, entre otros, los siguientes:

- I. Números generadores;
- II. Notas de bitácora;
- III. Croquis;
- IV. Controles de calidad, pruebas de laboratorio y fotografías;
- V. Análisis, cálculo e integración de los importes correspondientes a cada estimación, y
- VI. Avances de obra, tratándose de contratos a precio alzado.

Guía para estimar Conceptos de Obra Ejecutada partiendo de Cuantificaciones previas.

Con la finalidad de optimizar el procedimiento para la formulación de las estimaciones, deberán seguirse los pasos siguientes.

I.- Cuantificación de Conceptos.

A. Utilizar invariablemente los formatos contenidos o diseñados por la institución contratante o la contratista.

Cuantificar la **totalidad** de los conceptos del proyecto original por especialidad, identificándola claramente, numerando cada una de las hojas generadoras en forma consecutiva.

Concentrar la cuantificación de cada concepto en un formato diseñado por la institución contratante o el contratista (**resumen de generadoras**) integrar estas hojas en la misma numeración.

B. Elaborar la cuantificación de los conceptos por cuerpo y por nivel y formular las hojas de resumen en la misma forma. Finalmente realizar el resumen global en el que se encuentra la cantidad total de cada uno de los conceptos cuantificados.

C. Anexar los planos de apoyo codificados para la cuantificación.

D. Al existir modificaciones o complementos al proyecto que generen variación en las cantidades previamente cuantificadas, cuantificar en la zona correspondiente cada uno de los conceptos afectados, en los formatos adecuados, continuando con la misma numeración de las generadoras, y hacer los resúmenes actualizados de los conceptos afectados.

E. Firmar todas las generadoras, tanto por la residencia de la institución contratante como por el contratista, así como los croquis y fotografías.

F. Apoyar la cuantificación de aquellos conceptos que así lo requieran, con la información complementaria tal como actas en siniestros, fotografías en demoliciones o eventos especiales, bitácora específica de bombeo, etc.

- G. Cuantificar conceptos no contemplados en el catalogo del contrato refiriendo en su caso, la nota de bitácora, minuta, oficio, circular o plano se le ordene al contratista la ejecución del concepto esto además de los incisos A,B,C,D,E y F.
- H. Elaborar la cuantificación en forma conjunta entre la residencia de la Institución contratante y el contratista, con objeto de agilizar la revisión y aprobación de las cantidades de obra.

II.- Copias de las hojas generadoras.

Distribuir las hojas generadoras en la forma siguiente:

- A. Enviar todos los originales a la gerencia correspondiente.
- B. Conservar en la residencia de la Institución contratante una copia de cada una de los originales.
- C. Proporcionar al contratista una copia de cada original.
- D. Enviar copia de las hojas de resumen a la oficina de estimaciones y finiquitos del nivel central de la Institución contratante.

III.- Elaboración de estimaciones.

- A. Anotar en la columna denominada” proyecto modificado” de la hoja de estimación la cantidad total cuantificada. (esta hoja-formato, será diseñada por la Institución contratante o por la empresa contratista)
- B. Estimar las cantidades de obra de cada concepto, que se obtengan de multiplicar el avance de obra ejecutada a la cantidad total del concepto.
- C. Formular hojas de apoyo para cada estimación debidamente numeradas, deberán contener el resultado de las hojas generadoras que sustenten las cantidades a estimar de cada concepto. Estas hojas se anexarán a cada estimación para su revisión en la gerencia respectiva.

IV. – Precios unitarios para estimaciones.

- A. Aplicar los precios unitarios del catalogo de concurso, a los trabajos ejecutados y contemplados en el mismo.

- B. Aplicar los precios unitarios definitivos y autorizados por la gerencia correspondiente, cuando se trate de conceptos de trabajos extraordinarios.
- C. Deflacionar los precios unitarios de trabajos extraordinarios a la fecha del concurso.
- D. Conocer claramente la descripción completa de cada concepto con la finalidad de evitar posibles duplicidades y ajustes posteriores.
- E. Aplicar el costo directo del catalogo de la institución o empresa contratante mas el factor de indirectos y utilidad en el caso de asignación directa.

ESCALACIÓN DE PRECIOS.

En este rubro es conveniente que se dedique todo un artículo en un próximo anuario, ya que es muy complejo y de acuerdo con el Reglamento de la Ley de Obras Publicas y Servicios relacionados con las mismas en su Capitulo Quinto referente a **El Ajuste de Costos** iniciando con el artículo 144, sin embargo haré mención que generalmente va de acuerdo al comportamiento de inflación y de economía de cada país, y aunque no está en las manos ni de la Dependencia, Institución o Empresa contratante ni de la Contratista, es necesario considerarlo ya que finalmente repercute en el costo final de la obra.

Regularmente muchas empresas regulan o actualizan sus precios basándose en estudios de mercado en cuanto a los materiales y a los incrementos de salarios de acuerdo a los salarios mínimos vigentes, sin embargo en la actualidad, prácticamente no hay escalatorias salvo las obras que por su magnitud tienen periodos largos de ejecución y por lo tanto se van actualizando los precios unitarios y por consecuencia los presupuestos de obra. Cabe mencionar que también se pueden usar los **Índices del Banco de México** o de la **Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción**. Son indicadores que nos dicen los incrementos sufridos tanto en materiales como la mano de obra (salarios). Utilizando estos índices, es más simple el análisis de la escalatoria de los precios unitarios.

Es necesario mencionar que al igual que los precios y presupuestos, pueden cambiar durante el proceso de la obra, los planos en general también pueden sufrir modificaciones por los cambios en el mismo proceso, por lo que es conveniente que quede asentado en la bitácora de la obra y además sean corregidos los planos originales obviamente cumpliendo con el reglamento de construcciones del lugar para que sean revisados y autorizados por las autoridades competentes en su caso.

AMPLIACIONES O REDUCCIONES AL PRESUPUESTO.

En el capítulo III del Reglamento de la Ley de Obra Pública, en el cual se refiere a la contratación, y en la sección III de este capítulo se refiere a las modificaciones a los contratos, en teoría se presume que estos cambios se deben básicamente a una mala planeación o diseño del proyecto ejecutivo, y no es muy alejada la idea, por lo que es recomendable tener un buen equipo de diseño ya que es el principio de comenzar una buena finalización del proyecto y ejecución de los trabajos, si no es así, se verá aumentado el costo de la obra, ocasionando con esto que haya diferencias con la parte contratante y en algunas ocasiones la suspensión temporal o definitiva de la obra, con la consecuencia de la rescisión del contrato.

Si esto se presentara en la obra motivada por algún cambio de especificación o por un caso fortuito de accidente natural, se podrá manejar incrementando el presupuesto original considerando la ampliación y haciendo el seguimiento de las deducciones globales correspondientes (anticipo, fondo de garantía, inspección, etc.) y la ampliación del presupuesto debe cubrir todos los costos de la obra hasta su terminación, de preferencia un poco holgado para que al cerrar la última estimación, quede un saldo favorable al contratante. Se debe evitar en medida de lo posible una segunda ampliación del presupuesto ya que si la primera es muy difícil, la segunda es prácticamente imposible de salvar.

Esto se puede evitar conociendo el estimado de costos por partida de obra antes de iniciar la misma. Se deberá revisar muy bien el presupuesto comparando con el proyecto ejecutivo a fin de localizar los conceptos y volúmenes no considerados en el mismo, valuarlos considerando los periodos de ejecución de estos. Si ocurriera un cambio de especificación o proyecto lo podemos valuar de la misma manera considerando mano de obra de acuerdo con los índices existentes en ese momento.

RECEPCIÓN Y ENTREGA DE OBRA.

Una vez que el contratista haya comunicado a la Residencia la terminación de los trabajos que le fueron encomendados, la supervisión se encargara de: Asistir a los recorridos de recepción de obra con el contratista y de entregar a los beneficiarios de la misma, programados por la residencia y efectuar las revisiones necesarias para las recepciones parciales y para constatar la terminación de la totalidad de los trabajos que le fueron encomendados a el contratista, incluyendo las pruebas y funcionamiento de los equipos de instalación permanente. Conjuntamente con la Residencia y el Contratista hacer un levantamiento de los detalles faltantes o pendientes de corregir, indicando su localización, número y características, exigiendo al contratista la terminación de los trabajos. Una vez terminados los detalles faltantes y comprobado el comportamiento satisfactorio de las instalaciones y equipos, participar en la recepción física de los trabajos del contratista y entrega de la residencia a los beneficiarios. En la fecha que señale la residencia participar en el levantamiento de las actas de recepción parcial o final, cuyo contenido seguirá los lineamientos que para tal caso señala el Reglamento de la Ley de Obras Publicas.

FINIQUITO DE LOS SERVICIOS DE LA SUPERVISIÓN. Una vez recibida la obra por la dependencia, la supervisión llevará a cabo las siguientes actividades para

finiquitar sus servicios: Entregar a la dependencia la documentación que respalde su actuación: informe de terminación de obra, finiquitos actas de recepción-entrega, licencias y permisos, inventarios de instalaciones, balance de suministros hechos por la dependencia, manuales e instructivos. Entregar a la residencia los levantamientos referentes a la actualización del proyecto: Adecuaciones, modificaciones y cancelaciones. Presentar una apreciación de la capacidad técnica, económica y administrativa del contratista. Integrar la memoria de la obra. Cuando haya sido recibida a satisfacción de la residencia la documentación mencionada, esta procederá a elaborar el acta de finiquito de los servicios de la supervisión.

Para realizar el Finiquito del Contrato de Obra, se deberá por lo tanto cumplir con lo siguiente:

- A).- Certificar que el contratista haya cumplido con las Cláusulas contractuales.
- B).- Bitácora de Obra cerrada, sin pendientes por realizar.
- C).- Tener al corriente de estimaciones, suministros y sin adeudos por deductivas.
- D).- Solicitar al contratista las pruebas de resistencia de concreto efectuadas por un laboratorio de prestigio.
- E).- Tener las pólizas de garantía de impermeabilización de azotea, equipos e instalaciones especiales, así como los instructivos y Manuales de Operación y Mantenimiento correspondientes. Coadyuvar con los Supervisores de la Gerencia de Supervisión y Control de Obras, para el desarrollo de sus funciones específicas. Solicitar al contratista las fotografías de los conceptos que va a estimar, de acuerdo al Anexo del contrato.

Con estas acciones realizadas, podemos dar inicio a la entrega y recibimiento oficial de la obra por medio de actas (se pone un ejemplo). Evidentemente las fianzas hacen el cierre económico de la obra; para realizar este proceso todos los precios unitarios originados por trabajos fuera de presupuesto deberán estar autorizados por el contratante al finalizar la obra para que genere la última estimación para finiquito, una vez obtenida el acta de entrega de obra, la contratista puede liberar sus fianzas ofrecidas al iniciar la obra, quedando únicamente pendiente, la liberación del fondo de garantía que será devuelto una vez transcurrido el tiempo estipulado en el contrato para corregir en caso de que se presentaran imperfectos en la construcción o en el funcionamiento de instalaciones y/o equipos que están contemplados dentro del párrafo referente a vicios ocultos .

A continuación mencionaré lo que pueden ser los Formatos Guía.

- Acta de Recepción
- Requerimiento de Pago
 - a) Por saldo de Anticipo
 - b) Por Cedulas Deductivas
 - c) Por Saldo de Anticipo y cedulas deductivas
- Acta de Incumplimiento
- Acta de Liquidación
- Diferentes tipos de Notificación
- Convenio de Finiquito con ampliación de Fincamiento
- Rescisión por Interés General
- Rescisión por Incumplimiento.

FORMATO PROPUESTO COMO “ACTA-RECEPCIÓN”

Logo
Recepción No.

Acta de

Siendo las _____ horas del día _____ del mes de _____ de _____
se reúnen en la unidad _____ ubicada
en _____

_____ para llevar a cabo la recepción de los trabajos del contrato entre
_____ y

El
contratista _____
_____ con los antecedentes y las condiciones que se
anuncian _____

Aviso de terminación del Contratista (según Art. 64 de la L.O. P.)
_____ Realizándose la verificación con fecha
_____ por parte de esta Residencia de obras de
_____ Motivo del
Contrato _____

Ubicación de la
obra _____

Número de Contrato _____ De fecha.

Importe del Contrato

\$ _____ (_____

_____)

Plazo _____ de _____ ejecución

_____ Número de Compromiso

_____ con fecha _____ Importe

\$ _____ (_____

_____)

Ampliaciones _____

_____ con

fecha _____

Importe \$ _____ (_____

_____)

Plazo _____ de _____ ejecución

total _____

Fecha real de iniciación _____ según oficio No.

_____ Fecha real de terminación

A). Se concedió prorroga hasta el día _____ con fecha definitiva para terminación de los trabajos en oficio No. _____ de fecha _____ no siendo esto imputable al contratista.

B). La obra fue terminada con un retraso de _____ días imputables al Contratista por _____ las _____ siguientes _____ causas:

por lo que _____ procede la aplicación de una sanción de \$ _____

(_____
_____) que fue deducida del importe de la (s) estimación (es) No. (s)

C). Se certifica que la empresa entrego la totalidad de los planos actualizados, Siendo estos: -----

D). Se autorizaron _____ estimaciones con un importe total de \$

(_____

_____))

mismo que deja totalmente saldado el pago de los trabajos ejecutados motivo del contrato de referencia.

Siendo las estimaciones de la No. Uno a la No. _____ con un monto acumulado de _____ \$

_____ (_____

 _____)

DESGLOSE DE ESTIMACIONES:

1.-
 \$ _____ (_____
 _____)

2.-
 \$ _____ (_____
 _____)

EL CONTRATISTA.
 EMPRESA

EL RESPONSABLE DE LA
 DEPENDENCIA O

CONTRATANTE.

Nombre y Firma

Nombre y Firma

RESIDENTE DE OBRAS.

Nombre y Firma

CONCLUSIONES:

Como se puede apreciar en este trabajo, el Finiquito de obras en primera instancia está contemplado y regido por la Ley de Obras Publicas, nos damos cuenta que tiene toda una metodología para su proceso, y que en cada una de sus etapas es muy importante poner sumo cuidado ya que una vez entregados y recibidos los trabajos, lo único que queda pendiente es la liberación de la fianza por vicios ocultos según el periodo que señale el contrato pactado entre ambas partes.

A este aparente último proceso, le puede seguir una Auditoria, que es el instrumento para verificar que todo el proceso de la obra se hizo de acuerdo a la Ley, y a las Normas establecidas por cada Institución desde su contratación hasta su finalización. Esta dará las observaciones necesarias para avalar el buen trabajo e intención efectuado durante todo su proceso o, para señalar las desviaciones observadas y sancionadas y/o penalizadas en su caso si fuera necesario. Es recomendable que se tenga especial cuidado en todas y cada una de sus fases mediante los debidos y necesarios controles de obra para no tener ningún contratiempo y llegar a feliz término.

REFERENCIAS:

- ❖ Secretaria de la Contraloría General de la Federación SECOGEF Normas Generales De Auditoría Interna Gubernamental», SECOGEF, México, 2001
- ❖ Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo SECODAM Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 México, 2001
- ❖ Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo SECODAM Ley de Obras Públicas 2000 Con adecuaciones a julio de 2005. México 2005
- ❖ Secretaria de Contraloría y Desarrollo Administrativo SECODAM Reglamento de la Ley de Obras Públicas, 2000 México, 2005
- ❖ Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP) «Normas y Procedimientos de auditoría», Editorial IMCP.1987.

ACERCA DEL AUTOR (AUTORES)

El Mtro. Alejandro Cervantes Abarca estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México, y realizó una Maestría en Administración de la Construcción en el Instituto Tecnológico de la Construcción. Actualmente es Profesor de tiempo completo en la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en el área de Administración y tecnología para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco México D.F.

El Arq. Alberto Ramírez Alférez estudió la licenciatura en arquitectura en el Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, realizó diplomado en Administración de Obras en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, y estudios de Maestría en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco. Actualmente es Profesor de tiempo completo en la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en el área de Administración y tecnología para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco México D.F.

PROPUESTA PARA GENERAR MODELOS DE CONSTRUCCIÓN BIM DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN

I.C. Maricela Laguna Hernández (expositor)

M.I. Selene Aimée Audeves-Pérez

Dr. Gilberto Abenamar Corona Suarez

M.I. Nicolás Zaragoza Grifé

Universidad de Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Área o Departamento

mari_laguna@hotmail.com

selene.audeves@uady.mx

csuarez@uady.mx

zgrife@uady.mx

“PROPUESTA PARA GENERAR MODELOS DE CONSTRUCCIÓN BIM DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN”.

RESUMEN

El uso de nuevas tecnologías de información contribuye a la atenuación de los efectos producidos por la división de los procesos necesarios para la ejecución de los proyectos de ingeniería, entre otras causas. La adopción y uso actual del Building Information Modeling (BIM) proporciona una base para la gestión y conducción de proyectos, cuya información contenida en un modelo inteligente se puede relacionar a las etapas del ciclo de vida de los proyectos de edificación. El objetivo general de este trabajo de investigación es la determinación de los criterios para generar modelos BIM aplicables en la etapa de construcción de los proyectos de edificación en el estado de Yucatán. La metodología planteada consiste en llevar a cabo un estudio de caso sobre un proyecto de edificación, el cual será analizado para determinar los conceptos de obra que serán los componentes del modelo BIM de construcción y se desarrollará un instrumento en formato digital (cédula) para la recopilación de datos. Una vez concluido el modelo BIM, se obtendrán las directrices para su elaboración, así como una librería de objetos paramétricos para cada componente del modelo y se realizará un diagrama de flujo para exponer la secuencia de generación del modelo BIM.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: Modelo inteligente, Building Information Modeling, Construcción

INTRODUCCIÓN:

A través de los años, la ejecución de los proyectos de ingeniería ha sufrido una evolución en cuanto a los procesos necesarios para la realización de los proyectos al haberse ido dividiendo con el paso del tiempo, ya que en la antigüedad una misma persona era la responsable de diseñar y construir edificios, y en la actualidad el número de personas involucradas en la gestión de proyectos ha ido en aumento.

Adicionalmente, en las etapas de diseño y construcción la cantidad, diversidad y manejo de información son considerables, ya sea por la complejidad y el tamaño del proyecto, la necesidad de visualización y análisis técnico en su etapa de diseño o la gran variedad de procesos y materiales que se requieren en la etapa de construcción (Bjork 1995). Estos cambios han traído consecuencias tales como fallas en la colaboración y coordinación entre quienes gestionan los proyectos, la pérdida de información al trasladarse de una etapa a otra, entre otras.

El uso de nuevas tecnologías de información es una contribución para atenuar dichos efectos. La adopción y uso actual del Building Information Modeling (BIM) proporciona una base para la gestión y conducción de proyectos, cuyo aspecto más interesante a largo plazo es la extracción y análisis de la información contenida en un modelo inteligente (Reddy 2012), la cual es variada y programada en objetos específicos o componentes del modelo de una manera estructurada y se puede relacionar a las etapas del ciclo de vida de los proyectos de edificación.

El modelo inteligente, llamado también modelo BIM, se crea para eliminar las ineficiencias que se presentan en la ejecución del proyecto, ya que contiene datos de manera organizada y definida, lo cual permite la identificación, manejo e

intercambio de la información con mayor facilidad¹. Además, si en él se reflejan todos los cambios que se realizan desde el diseño, se tendrán los datos actualizados en cada etapa del proyecto, pudiendo transferir la información sin pérdida o duplicación, ya que la información en el modelo es consistente.

Por otra parte, aunque BIM es relativamente una tecnología nueva y la industria de la construcción en México está en transición, adoptando y aprendiendo a utilizar efectivamente una nueva generación de herramientas de modelado, la implementación de esta tecnología no ha logrado ser tan extensiva.

Adicionalmente, aun cuando se ha demostrado que la extracción de la información del modelo BIM se puede automatizar, por ejemplo en forma de reportes para determinar cantidad de materiales, estimación de costos y programación de obra (Jeong, Eastman, Sacks, Kaner 2009), no se cuenta con las directrices para la generación de modelos BIM de proyectos de edificación, que consideren los procesos constructivos del estado de Yucatán. Por lo que la importancia de este estudio radica en la obtención de los criterios para la generación de modelos BIM de proyectos de edificación que puedan ser utilizados en la etapa de construcción en la región, con los cuales se contribuya a la integración del diseño y la construcción y a la utilización de la tecnología BIM a nivel local.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este documento se presentan los elementos bajo los cuales se desarrolla el trabajo de investigación, cuyo objetivo general es determinar los criterios para generar modelos BIM aplicables en la etapa de construcción de los proyectos de edificación en el estado de Yucatán. Además de los siguientes objetivos específicos:

¹ Los autores Smith y Tardif hacen una analogía respecto a la identificación y manejo de la información comparando el buscar un insumo debidamente ubicado contra otro del cual no se cuenta con información de localización, concluyendo que es más económico para el que no lo tiene identificado adquirirlo de nuevo, que invertir recursos en encontrarlo.

- Determinar la información necesaria a incluir en los componentes del modelo BIM que será utilizado en la etapa de construcción de los proyectos de edificación de la región.
- Determinar la secuencia de modelado requerida para la generación del modelo BIM.
- Determinar el nivel de detalle que se necesita en el modelado de los componentes del modelo BIM para que sean de utilidad en los procesos que se realizan en la construcción de proyectos de edificación de la región.
- Determinar las familias más adecuadas para la realización del modelo BIM de un proyecto de edificación de la región.

Para la elaboración del marco teórico que sirva como sustento a la investigación, se consultó información relacionada a la desintegración de los procesos de diseño y construcción en la ejecución de los proyectos; el uso, ventajas, riesgos, retos e interoperabilidad de la tecnología BIM; a la creación y tipos de modelos BIM, así como la información relacionada al proyecto que pueden contener estos últimos. Adicionalmente, para conocer el grado de implementación de BIM en México y el extranjero, se realizó una exploración sobre la aplicación de la tecnología BIM en el diseño y/o construcción de los proyectos. En los siguientes subtemas se describe la información más relevante sobre la revisión bibliográfica realizada.

Desintegración del diseño-construcción y la importancia de las tecnologías de la información en la integración

En la actualidad, la manera en que se diseña y construye un edificio es el resultado de la evolución del proceso de diseño y construcción desde la integración implícita que existía en la antigüedad, en donde una misma persona era la encargada de diseñar y construir edificios, hasta la separación explícita de las actividades basada en el ideal de la especialización y conocimiento profesional experto que rige hoy día.

A lo largo de la historia la relación entre diseño y construcción se ha hecho cada vez más distante y desintegrada, con una progresiva separación de las actividades involucradas en la producción de edificios. De acuerdo a Loyola (2010), la primera gran revolución en la relación diseño-construcción ocurrió en el Renacimiento, cuando por primera vez en la historia surgió la figura del arquitecto disociada de la construcción y ligada exclusivamente a la etapa de diseño. A su vez, el incremento del alcance de los proyectos de construcción también ha llevado al desarrollo de varias disciplinas profesionales necesarias para manejar esta complejidad.

Las actividades involucradas en la producción de edificios deben estar integradas, con el propósito de lograr un mismo objetivo. Por lo tanto se considera conveniente en primer lugar, mantener una base de datos con la información de un proyecto desde su concepción y diseño hasta su construcción, operación y mantenimiento.

En este sentido, Bjork (1995) expone que el uso de tecnologías de información (TI) en la construcción es indispensable, en especial en áreas en las que se requieren cálculos técnicos, dibujos, plasmar por escrito las especificaciones del proyecto, calcular el costo del mismo o su programación. Uno de estos avances tecnológicos es la tecnología denominada Building Information Modelling (BIM) o Modelado de Información de Edificios, la cual puede ser definida desde el punto de vista de procesos y tecnología.

El Instituto Nacional de Ciencias de Edificios (NIBS por sus siglas en inglés) en su estándar nacional define a la tecnología BIM como “la representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación”, edificio o proyecto de construcción. La cual sirve como fuente de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación, al formar una base fiable compuesta de objetos inteligentes en vez de líneas, arcos y texto.

Por lo anterior, BIM es también una vía para compartir datos a través del ciclo de vida del edificio. Estos datos pueden incluir información del diseño inicial, geoespacial, financiero, legal, mecánico, eléctrico e hidráulico, especificaciones de productos de construcción, resultados del modelado de medio ambiente y energía,

así como otra información que puede ser usada durante el ciclo de vida del proyecto, de manera colaborativa por arquitectos, ingenieros, contratistas, el dueño y los administradores de la instalación después de que el proyecto es concluido (Report 2007).

Los autores Smith y Tardif (2009) exponen que con frecuencia se piensa en BIM como geometría, con una tendencia a perder de vista el significado de la “I”, el cual es información. Por lo que se debe tener en cuenta que muchos de los datos contenidos en el modelo BIM sobre el edificio son alfanuméricos y al estar de manera estructurada, podrán ser manipulados por algoritmos simples diseñados para distinguir cualitativamente los valores que se contengan en estos.

Definición, ventajas, riesgos y retos para BIM

De acuerdo al documento BIM Project Execution Planning Guide, la tecnología BIM “es un proceso enfocado en el desarrollo, uso y transferencia de un modelo de información digital de un proyecto de edificación para mejorar el diseño, construcción y operación del proyecto o sus instalaciones” (CIC 2011), cuyo objetivo es integrar, estandarizar y codificar las mejores prácticas dentro de todas las etapas de la industria de la construcción.

Los autores Schlueter y Thesseling (2009) indicaron que el compartir la información generada de manera confiable, sirve de apoyo en la toma de decisiones por parte de los involucrados durante el ciclo de vida del proyecto.

Por otra parte, Kymmell (2008) expone como característica de BIM la simulación de la construcción de un proyecto en un ambiente virtual, con la ventaja de llevarse a cabo en una computadora a través del uso de software, lo cual implica que es posible practicar la construcción para experimentar y hacer ajustes al proyecto antes de que sea construido. Por lo que en caso de errores virtuales no se tienen consecuencias serias por lo general, siempre y cuando sean identificados y abordados lo suficientemente pronto para que puedan ser evitados durante la construcción.

De acuerdo a Salman et al. (2009), entre los riesgos de la tecnología BIM se encuentran el legal sobre la propiedad intelectual de la información y el no tomar en cuenta quién será responsable de controlar la entrada de datos en el modelo y de cualquier inexactitud en él. Asimismo, algunos de los retos que exponen se relacionan con la necesidad de un proceso de transacción para eliminar problemas en la interoperabilidad de datos muy bien definido y la necesidad de una estrategia práctica y bien desarrollada para el intercambio decidido e integración de información significativa a través de los componentes del modelo.

Modelos BIM

Kymmell (2008) define al modelo BIM como una abstracción de la realidad, cuyo nivel de detalle para que sea exitoso depende de su propósito y del nivel de comprensión de quienes lo vean. Básicamente, el propósito de la simulación determinará las especificaciones para el modelado, además de encontrarse relacionado a la fase del proyecto para la que se desarrolle. Para definirlo se deberá establecer cuanto detalle necesita ser representado en el modelo y sus componentes, así como cuanta información necesita contener o adjuntar. La naturaleza de los componentes del modelo se direcciona primeramente a los que necesitan ser modelados y como dichas partes serán representadas en el modelo, siendo ésta una descripción de los parámetros físicos de los objetos.

De acuerdo a los autores Grilo y Jardim-Goncalves (2010a), los modelos virtuales pueden ser modelos superficiales o sólidos. Los modelos superficiales son sólo para propósitos de visualización y sus componentes contienen información respecto al tamaño, forma, ubicación, etc., lo cual facilita el estudio de los parámetros visibles de un proyecto. Por el contrario, los modelos inteligentes o modelos BIM contienen más información que los superficiales, contienen componentes paramétricos y son generados típicamente con modeladores sólidos, por lo que son conocidos como modelado orientado a objetos².

² Su propósito principal es permitir la simulación o mucho más que sólo el aspecto visual de un proyecto de edificación.

La información física³ del edificio contenida en el modelo incluye las dimensiones del objeto (tamaño), ubicación en relación a otros en el modelo, cantidad de estos en el modelo y otra información paramétrica acerca del objeto. “Paramétrica” se refiere a la información que distingue un componente particular de otro similar y en virtud de que está contenida en los componentes del modelo, puede ser recuperada y utilizada (Kymmell 2008).

Para la etapa de construcción es necesario reevaluar la naturaleza de BIM y evaluar si será capaz de proveer la información necesaria para los procesos de gestión en ésta etapa del proyecto. El modelo puede funcionar en reuniones regulares del equipo de construcción para visualizar, analizar, discutir y/o coordinar requerimientos de instalación para subcontratistas, así como temas de seguridad, la secuencia de construcción, etc. y puede contener la información concerniente al estado de sus componentes en la fabricación, instalación y etapas de cobro y pago (Kymmell 2008).

Schlueter y Thesseling (2009) exponen que uno de los objetivos de la tecnología BIM es lograr que la cooperación entre los participantes del proyecto en el proceso de construcción sea más eficiente, lo cual se logra al guardar información relevante al diseño en el modelo BIM en cada paso de este proceso.

Información del proyecto en el modelo

De acuerdo a Kymmell (2008), la información más básica del modelo está relacionada a los parámetros físicos, como el tamaño, ubicación y cantidad, sin embargo se puede introducir más información en los objetos del modelo, tales como especificaciones de material, número de modelo, proveedor, etc. También información relacionada al tiempo puede ser vinculada a los componentes, la cual permitirá la programación de órdenes, fabricación y tareas de instalación, o información referida a otros tipos de archivos de computadora como e-mail, órdenes de compra, sitio web de quien manufactura, especificaciones de

³ Alguna de la información es física, es decir, acerca de la naturaleza del objeto al ser una simulación de algo real.

instalación, información de costo y contable del proyecto. Sin embargo, como los modelos BIM pueden ser creados en cualquier fase de ejecución del proyecto, la información contenida en el modelo dependerá de la etapa en desarrollo, ya que la naturaleza, nivel de detalle y cantidad de datos también cambia. Ésta puede ser clasificada en:

- Información de los componentes: es la información más básica que debe ser interoperable. Sirve para la visualización y va de acuerdo al propósito del modelo (i.e. una pared con información de materiales o cuantitativa como área, volumen, etc.)
- Información paramétrica: es la información editable contenida en el objeto paramétrico, incluida en él. Puede ser visual o inteligente (i.e. números de parte, cualidades de los materiales como la densidad)
- Información ligada: no es parte del modelo, pero se conecta a través de vínculos invisibles (FLAGS). Por ejemplo, ligada a una base de datos con información sobre el costo.
- Información externa: es la información generada en forma separada de BIM (i.e. programación de obra, especificaciones del producto). Esta puede ser vinculada o permanecer autónoma.

Interoperabilidad en la tecnología BIM

El intercambio de información en la tecnología BIM se da a través de la interoperabilidad, la cual es definida a menudo como la habilidad para implementar y administrar relaciones de colaboración entre los miembros de equipos interdisciplinarios que permite la ejecución de proyectos integrados. Adicionalmente, desde un punto de vista tecnológico, la interoperabilidad es la habilidad de gestionar y comunicar productos electrónicos e información del proyecto entre las empresas que colaboran.

La interoperabilidad permite la eficiencia en un nivel práctico ya que si todos los miembros de un equipo de construcción pueden intercambiar información libremente a través de diferentes plataformas y aplicaciones, cada uno de sus

miembros podrá integrar de mejor manera el modo de llevar a cabo el proyecto; siendo ésta la razón por la que los temas de interoperabilidad están ganando atención con el uso de BIM. Es un hecho que la información de BIM es compartida entre los que integran el equipo por lo que como resultado, la interoperabilidad de la tecnología es un factor importante. El reingresar datos de BIM a otras aplicaciones o plataformas utilizadas genera desperdicio y una duplicación costosa (Report 2007).

En cuanto a la interoperabilidad entre los programas de computadora, los autores Smith y Tardif (2009) definen la interoperabilidad como la característica fundamental de las “herramientas” que son diseñadas para trabajar juntas como parte de un sistema integrado para llevar a cabo tareas complejas. Éstas pueden ser no muy sofisticadas sino simplemente operables y diseñadas para hacer una cosa muy bien.

La Alianza Internacional para la Interoperabilidad (IAI por sus siglas en inglés) ha creado una plataforma uniforme –formato de archivo- para desarrolladores de software: este es llamado formato “International Foundation Classes (IFC)” (Kymmell 2008). IFC es un buen esquema para representar la información del edificio en las diferentes etapas del ciclo de vida (Jeong, Eastman, Sacks, Kaner 2009).

En un esfuerzo por proveer una respuesta a tales requerimientos, dentro del contexto Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC por sus siglas en inglés) se desarrolló, para ISO-10303-STEP, la parte 225 titulado: “Protocolo de Aplicación (AP): Elementos del edificio que usan representación explícita de forma”. Esta parte es ahora un estándar internacional (IS) y especifica los requerimientos para el intercambio de información respecto a los elementos del edificio sobre la forma, propiedades, configuración espacial entre las aplicaciones de los sistemas con representaciones de forma (Grilo, Jardim-Golcalves 2010a).

De acuerdo al estudio de Joo y Jung (2011) los temas de estandarización de BIM y la interoperabilidad han sido ampliamente estudiados por los investigadores y

varias organizaciones internacionales al haber desarrollado varios detalles prácticos, incluyendo IFC, Manuales de Entrega de Información (IDM por sus siglas en inglés) y otros.

Metodologías estandarizadas sobre el proceso de modelado y el intercambio, por ejemplo el lenguaje “definiciones integradas” (IDEF por sus siglas en inglés), han sido ampliamente exploradas. Además, se han desarrollado estándares desde la perspectiva de la industria como IFC, IFD, IDM, IDEF, STEP y otros (Joo, Jung 2011).

La interoperabilidad en la tecnología BIM es importante al permitir que los participantes del proyecto puedan intercambiar información de manera libre a través de diversos medios y aplicaciones, y con esto lograr la integración en la ejecución del proyecto.

Aplicación de tecnología BIM en el extranjero y en México

El uso de BIM en la industria de la construcción está a la alza, ya que es ampliamente sabido que su adopción causará un cambio dramático en los procesos de negocio en la industria de la construcción y las áreas relacionadas. Uno de los principales países impulsores de la implantación de la tecnología BIM es el Reino Unido. El gobierno de este país, siguiendo las recomendaciones del grupo “BIM Industry Working Group”, ha decidido hacer obligatorio el uso de BIM para el desarrollo de sus proyectos a partir del 2016, con un nivel de madurez 2 (Group 2011).

En países como estados Unidos se han creado alianzas entre el ambiente público y privado como por ejemplo, la alianza buildingSMART, una iniciativa que opera de manera independiente y sin fines de lucro en el Instituto Nacional de Ciencias de Edificación (NIBS por sus siglas en inglés). bSa promueve el uso de modelos BIM y las herramientas que están ayudando a los participantes del proyecto de la industria de la construcción a compartir la información de manera muy precisa a través del ciclo de vida del proyecto o de la edificación (Building Smart Alliance 2013).

En ese sentido, en el Reino Unido se encuentra NBS, quien está comisionada para ofrecer a los profesionales de la industria de la construcción, soluciones en información y especificaciones, innovadoras y distintivas. Durante 30 años han producido especificaciones, incluyendo el reconocido estándar nacional de sistema de especificaciones para el Reino Unido (NBS 2008).

Adicionalmente en Reino Unido, se estableció una colaboración entre la Universidad Northumbria y Ryder (una compañía de diseño), naciendo así BIM Academy (Bimacademy 2013). BIM Academy anunció una colaboración con NBS, la cual tuvo como resultado la primera fase de la Librería Nacional BIM para su descarga gratuita, con contenido genérico para empresas o profesionales que adopten BIM (National BIM library 2011).

En países como Singapur, Nueva Zelanda, Australia y Canadá, la aceptación de BIM se refleja por ejemplo, en las guías realizadas para la implementación de la tecnología BIM en su país, así como en el desarrollo de diversos estudios de caso en los que se reflejan los beneficios de su adopción.

En Latinoamérica, de acuerdo a lo citado por Rojas (2011) para Chile, la tecnología BIM se ha utilizado mayormente para la detección de interferencias entre las especialidades que participan, así como de los puntos de difícil acceso para el mantenimiento del edificio, entre otros usos.

Adicionalmente, uno de los principales productores de programas para BIM (Autodesk) ha mostrado su interés por impulsar el uso de la tecnología en México y Brasil, en base al crecimiento de la industria de la construcción en dichos países (Salvatierra 2012).

En México se están llevando a cabo acciones para la implementación de la tecnología BIM. La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) ha planteado una estrategia para su difusión en México.

ICA BIM es el área especializada que se distingue por su concepto innovador. Utilizan herramientas de tecnología de información como BIM, apoyando al área de ofertas en el proceso de especificación del proyecto, para planear, simular y

monitorear el proceso de construcción y la procuración, con el objetivo de incrementar su eficiencia.

Metodología

La metodología que se planteó para este trabajo de investigación consiste en llevar a cabo un estudio de caso sobre un proyecto de edificación, el cual es analizado y utilizado para la elaboración de un modelo BIM, a través del procedimiento descrito a continuación.

Se inició con la obtención de un proyecto de edificación que cumpliera con las siguientes características:

- 1) Ser de edificación,
- 2) Contener estructuras de concreto coladas en sitio para ampliar la complejidad del proyecto de estudio,
- 3) Haber sido construido en la región,
- 4) Contar con el proyecto ejecutivo que incluya: proyecto arquitectónico, estructural, instalaciones, presupuesto, duración de la obra.

Se continuó con el análisis del catálogo de conceptos de obra del proyecto para extraer los conceptos representativos con los que se trabajará, transformándolo en el catálogo de elementos constructivos filtrado (CECF).

El CECF será estructurado utilizando la sección correspondiente de una herramienta como el MasterFormat, la cual consta de una lista maestra de números y títulos clasificados para la industria de la construcción, usado principalmente para organizar manuales de proyecto, detallar información referente al costo y relacionar las anotaciones de los planos a las especificaciones.

En el siguiente paso se desarrollará un instrumento para la recopilación de datos para el modelado, el cual será denominado “cédula” y cuyo contenido se basará en lo requerido para: la determinación de la secuencia en la generación del modelo BIM, el nivel de detalle necesario para el modelado de los componentes,

las familias más adecuadas para la realización del modelo y la información necesaria a incluir en los componentes.

Para la obtención del desglose del tipo de información que se va a requerir en los componentes del modelo, se realizará una revisión de la literatura existente sobre las actividades que se llevan a cabo en la etapa de construcción, como por ejemplo el PMBOK, así como de los procedimientos constructivos de la región sobre los conceptos del CECF, haciendo uso de la experiencia propia y en caso de requerir aclarar o recabar información sobre algunos conceptos de obra, que no se hayan podido obtener mediante la revisión bibliográfica o la experiencia, se solicitará información a los profesionales expertos a través de la entrevista personal, utilizando la cédula.

Dicha cédula será elaborada en un formato digital y estructurada para que su contenido pueda ser exportado a otros programas de cómputo en caso de que sea requerido. Ésta se basará en la identificación de las actividades de la etapa de construcción y la información requerida en el modelo.

Una vez que se tenga la cédula conformada se iniciará su aplicación a cada uno de los conceptos del CECF. Para el llenado de la cédula se realizará un análisis de los datos posibles para la selección de la información adecuada para el cumplimiento de los objetivos. Durante la aplicación de la cédula y en base a la información seleccionada sobre los conceptos, se determinará cuáles de éstos serán componentes del modelo BIM, ya que no todos los conceptos son susceptibles a ser modelados.

El llenado de la cédula y la generación del modelo BIM se realizarán a la par. Durante la modelación, se dará retroalimentación al formato de la cédula ya que se puede dar el caso de requerir cambios para enriquecer el contenido de ésta, por lo que se le realizarán las modificaciones necesarias y se actualizarán las cédulas que ya hayan sido llenadas. Asimismo, se harán pruebas para validar que los datos recopilados son de utilidad en las distintas actividades presentadas en la

etapa de construcción del proyecto y en la obtención de los entregables requeridos (e.g. formato de estimación, presupuesto, etc).

Cuando la cédula ya no sufra modificaciones, se obtendrá como resultados, un formato definitivo para el llenado de la cédula y la herramienta con los criterios para la generación de modelos BIM, la cual será un compendio del resultado del estudio de los componentes del modelo.

Una vez concluido el modelo BIM rico en información, se realizará un diagrama de flujo para exponer la secuencia de generación del modelo BIM, obteniéndose también como resultado una librería con los objetos paramétricos de cada componente del modelo, de manera similar al anexo I de este documento; ambos resultados podrán ser usados y servir de referencia en la elaboración de próximos modelos BIM de edificación.

Se realizarán las conclusiones principales del estudio que expliquen los resultados relevantes del proceso y la recomendación de futuros trabajos que se puedan llevar a cabo a raíz de éste.

CONCLUSIONES:

La implementación de las tecnologías de información, particularmente el uso de la tecnología BIM contribuye a la integración de los procesos de diseño y construcción de proyectos de edificación para el logro de un objetivo común, al promover la colaboración entre los diferentes especialistas que participan en el ciclo de vida de un proyecto.

Un modelo BIM puede ser clasificado en base a su finalidad, debiéndose constituir su propósito y establecer el nivel de detalle necesario para que éste logre su intención y pueda ser comprendido por quienes lo usarán, lo cual será la base para crear las especificaciones del modelo y éste incluya información relevante del proyecto que podrá ser recuperada y utilizada.

Los datos básicos que se ingresen en a los componentes del modelo BIM podrán estar relacionados a parámetros físicos, al tiempo o a otros tipos de archivos de computadora, de acuerdo al tipo de modelo que se está construyendo.

El modelo BIM es sólo una parte de la implementación de la tecnología BIM y aunque la literatura revisada muestra las características que estos deben cubrir, no se ha encontrado hasta el momento una guía más específica sobre que información considerar en la realización del modelo de construcción.

El contar con un marco de referencia para la elaboración de un modelo BIM de construcción que contemple los datos que se necesitan del modelo de diseño junto con la información relevante relacionada a la etapa de construcción, podrá contribuir a la adopción de la tecnología BIM de una manera práctica, al relacionar los procesos de dicha fase con los componentes del modelo y los productos que se necesitan obtener para su desarrollo.

La implementación de la tecnología BIM a nivel mundial ha ido en aumento de forma graduada. Sin embargo en México ha sido adoptada de forma más lenta, por lo que se presenta una oportunidad para implementar la tecnología bajo los estándares ya establecidos en otros países, modificando los procesos tradicionales para que se obtengan los beneficios brindados por BIM.

REFERENCIAS

- ❖ Bimacademy. (2013) Estandarización y herramientas BIM. Una colaboración entre Northumbria University y Ryder. Disponible en: http://collab.northumbria.ac.uk/bim2/?page_id=521 Recuperado el 3 de junio del 2013.
- ❖ Bjork B. (1995). Requirements and information structures for building product data models. Tesis Maestría, Finland: VTT Building Technology Publications 89, 245.
- ❖ Building Smart Alliance (2013). Estandarización y herramientas BIM. Instituto Nacional de las Ciencias de Edificación. Disponible en: <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/about/> Recuperado el 3 de junio del 2013.
- ❖ Computer Integrated Construction Research Program (CIC). (2011). BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1. The Pennsylvania State University, University Park, PA, EEUU.
- ❖ Computer Integrated Construction Research Program (CIC). (2011). BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1. The Pennsylvania State University, University Park, PA, EEUU.
- ❖ Grilo A., Jardim-Goncalves R. (2010a) Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. Automation in construction, ELSEVIER V. 19, 522-530.
- ❖ Grilo A., Jardim-Goncalves R. (2010b) SOA4BIM: Putting the building and construction industry in the Single European Information Space. Automation in construction, ELSEVIER V. 19, 388-397.
- ❖ Group, BIM Industry Working. (2011) UK Government projects to use BIM by 2016: It's official. "Construction Research and Innovation", 28-30.

- ❖ Jeong Y. S., Eastman C. M., Sacks R., Kaner I. (2009) Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. "Automation in Construction", ELSEVIER, 18, 469-484.
- ❖ Jung Y., Joo, M. (2011) Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. "Automation in Construction", ELSEVIER, V. 20, 126-133.
- ❖ Kim H.-J., Seo Y.-C., Hyun, C.-T. (2012) A hybrid conceptual cost estimating model for large building projects. "Automation in Construction", ELSEVIER, V.25, 72-81.
- ❖ Kymmell W. (2008) Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. McGraw-Hill, EEUU.
- ❖ Loyola V. M., Goldsack J. L. (2010) Constructividad y Arquitectura. Primera Edición. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, Chile.
- ❖ National BIM Library (2011). Librerías de objetos paramétricos BIM. NBS-National BIM Library. Disponible en: <http://www.nationalbimlibrary.com/About> Recuperado el 3 de junio del 2013.
- ❖ NBS (2008). Estandarización y herramientas BIM. National Building Specification. Disponible en: <http://www.thenbs.com/corporate/about.asp> Recuperado el 3 de junio del 2013.
- ❖ Ramírez M. J. A. (2012) Uso e implementación de "Building Information Modeling" en la administración de proyectos de construcción en Yucatán. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- ❖ Reddy K. P. (2012). BIM for building owners and developers: making a business case for using BIM on projects. John Wiley & Sons, EEUU, 6,17, 19, 75, 79, 91-114,117.
- ❖ Report, SmartMarket. (2007) Interoperability in the Construction Industry. McGraw hill Construction, EEUU.
- ❖ Rojas G. R. (2011). Building Information Modeling – BIM. Red Interamericana de centros de innovación en la construcción. INCONET.

Disponible en:
<http://www.cmicpuebla.org.mx/gestor/secciones/articulos/descargables/archivos/16Building%20Information%20Modeling%20BIM%20-%20INCONET%20-%20v1.4%20%2017-03-2011.pdf> Recuperado el 08 de octubre del 2013.

- ❖ Salman A., Hein M., Sketo B. (2009). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Associated Schools of Construction. Disponible en: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPGT182002008.pdf> Recuperado el 5 de octubre del 2012.
- ❖ Salvatierra H. (2012). México y Brasil, “misiones para la evangelización de BIM. Obras web. Disponible en: <http://www.obrasweb.mx/arquitectura/2012/11/28/mexico-la-tierra-prometida-en-la-evangelizacion-de-bim>. Recuperado el 08 de octubre del 2013.
- ❖ Schlueter A., Thesseling F. (2009) Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. “Automation in construction”, ELSEVIER, V.18, 153-163.
- ❖ Smith Dana K., Tardif M. (2009). Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide. John Wiley & Sons, New Jersey, EEUU.

ACERCA DEL AUTOR

La Ing. Civil Maricela Laguna Hernández estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada. Posteriormente participó en el sector público y privado como coordinador de proyectos de inversión y mantenimiento en el área de Ingeniería y Desarrollo. Actualmente es Alumna de tiempo completo de la Unidad de Posgrado e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

LA ADMINISTRACIÓN DE LOS MATERIALES EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN MEDIANTE MODELOS BIM

Ing. Marco Antonio Medina Pacheco (expositor)

Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez (asesor)

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Facultad de Ingeniería, Departamento de Construcción

ing.medinapacheco@gmail.com

“LA ADMINISTRACIÓN DE LOS MATERIALES EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN MEDIANTE MODELOS BIM”.

RESUMEN

La construcción consiste en la transformación de materiales elaborados y semielaborados en cantidades relativamente grandes donde entre el 50 al 60% de los costos directos de las obras medianas y pequeñas de edificación corresponden a los materiales. La manera tradicional de gestionar los materiales se enfoca a las actividades en sitio y logística, dándole menos importancia a la información generada durante el proceso de gestión de materiales y la disponibilidad hacia las partes involucradas, existiendo deficiencias y problemas relacionados a la compra, suministro en tiempo y forma, logística en sitio, información actualizada y disponible del estado de los materiales, entre otros. Por otro lado la tecnología Building Information Modeling (BIM por sus siglas en inglés; Modelado de la Información para la Edificación, en español) es una plataforma tecnológica que tiene la capacidad de asociar las características e información de los materiales a los elementos y componentes del proyecto, así como la fácil actualización del modelo BIM con respecto al desenvolvimiento de la edificación. BIM tiene el potencial de facilitar la gestión de los materiales mediante la integración de la información que se requiere a lo largo del proceso de gestión de los materiales. El objetivo general de esta investigación consiste en establecer un marco de referencia para la realización de la administración de los materiales en proyectos de edificación mediante modelos BIM.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: tecnología BIM, administración de materiales, edificación.

INTRODUCCIÓN:

Para que un proyecto de edificación sea exitoso, se requiere una efectiva gestión de los materiales, y en cuanto a esto Domínguez (1993) señaló que el objetivo debe ser encontrar soluciones a los problemas relacionados con la coordinación y el control de los materiales, para lo cual se debe proporcionar una red de comunicación efectiva y controlar el flujo de información involucrado.

Aunque la gestión de los materiales es llevada a cabo de manera muy particular por cada organización, ya se han integrado modelos a seguir para hacerlo de manera adecuada. Solís et al. (2009) describieron los diferentes procesos involucrados: la planeación, la negociación, el pedido, la recepción, el almacenamiento, el uso, el resurtido, el pago y el control, así como la gran diversidad y tipos de materiales utilizados en el proceso de construcción; mientras que Navon y Berkovich (2006) identificaron cinco unidades en la administración de materiales: la unidad de entrada, la unidad de compras, la unidad de seguimiento, la unidad de análisis y la unidad de salida. Por su parte, Tirado Millán (1998) propuso un Sistema de Administración de Materiales (SAM) para la construcción de vivienda masiva que integra siete etapas: 1) Desarrollo del proyecto de ejecución para cada modelo de vivienda tipo, 2) Definición y planeación estratégica del proyecto, 3) Programación y logística del proyecto, 4) Cotización, negociación y selección de los proveedores, 5) Elaboración de pedidos y pagos de facturas a proveedores, 6) Requisición de los materiales de almacén, y 7) Salida de materiales para consumo.

Ala-Risku y Karkkainen (2006) señalan que la manera tradicional de gestionar la cadena de suministros en la construcción es inadecuada, ya que está enfocada en las actividades en sitio y la logística. Ahora se requiere que la información durante el proceso de administración de los materiales se encuentre disponible y de manera clara para todos los involucrados en la red de suministros. Navon y Berkovich (2006) han clasificado estos problemas en dos categorías: la primera

incluye los problemas relacionados a la compra y el suministro de los materiales, tales como las demoras en las entregas de los materiales, entregas que no corresponden a la orden de compra solicitada, pedidos olvidados, cantidades equivocadas de material que llega al sitio, información no disponible sobre el estado de la órdenes de materiales, descripción incompleta o errónea de los materiales, negligencia para tomar en cuenta las condiciones específicas del sitio. La segunda incluye los problemas relacionados con la logística en el sitio, tales como la supervisión de los materiales, seguimiento del movimiento y acarreo de los materiales en la obra, desperdicio de los materiales, falta de espacio para almacenamiento, falta de información completa y actualizada en el inventario, información incompleta o errónea, y la llegada de materiales no referenciados.

Por lo tanto, se necesita de un cambio hacia la gestión y mejora integrada de la cadena de suministros y de la producción en el sitio. Precisamente, ante esto, ya hay autores que ha comenzado a buscar soluciones de integración en la gestión de los materiales; por ejemplo, Irizarry et al. (2013) han propuesto la mejora de la práctica actual en la gestión de la cadena de suministros mediante la integración de la tecnología BIM y los sistemas GIS (Geographic Information Systems, Sistemas de Información Geográfica), en un sistema único. Según estos autores, esto facilitaría el seguimiento de la cadena de suministros y proporcionaría señales de alerta para garantizar la entrega oportuna de los materiales.

Específicamente, la tecnología Building Information Modeling (BIM por sus siglas en inglés; Modelado de la Información para la Edificación, en español) es una plataforma tecnológica que tiene el potencial de integrar, al menos informáticamente, los diferentes procesos del diseño y la construcción. Esta tecnología permite administrar la información en dichos procesos mediante un modelo tridimensional del proyecto con objetos paramétricos que representan cada uno de los elementos del proyecto. Fallon y Palmer (2007) han señalado la utilidad de BIM para generar de manera automática y precisa el programa de suministros a partir del modelo 3D del proyecto, además de que dicha información podría transferirse fácilmente a las bases de datos y hojas de cálculo de los

estimadores, encargados de las compras y diseñadores. Ellos también se refirieron a la producción de los programas de manera rápida y sin errores, la reducción en el tamaño de los equipos de estimación, y la mejora en la noción de los costos conforme se va desarrollando el diseño o la construcción.

De acuerdo a las referencias anteriores, BIM tiene el potencial de facilitar la gestión de los materiales mediante la integración de la información que se requiere a lo largo de todos los procesos que incluye dicho sistema. Por lo tanto, parece ser pertinente investigar la aplicabilidad en el contexto local de los modelos BIM en la gestión de los materiales de los proyectos de edificación; para lo cual se han establecido los objetivos descritos a continuación.

Objetivo General

Establecer un marco de referencia para la realización de la administración de los materiales en proyectos de edificación mediante modelos BIM.

Objetivos Específicos

1. Identificar el flujo de información durante la realización de los procesos que incluye la administración de los materiales en los proyectos de edificación.
2. Identificar los procesos de la administración de los materiales en los que sea pertinente aplicar modelos BIM para su facilitación.
3. Establecer los criterios para desarrollar modelos BIM que faciliten la administración de los materiales en los proyectos de edificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el logro del primer objetivo, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la bibliografía con el fin de identificar modelos que se hayan definido para la administración de los materiales en los proyectos de edificación. A partir de la revisión bibliográfica realizada hasta ahora, se han identificado los siguientes modelos de gestión de materiales:

1. Modelo de gestión de materiales propuesto por Solís Carcaño, *et al.* (2009).
2. Modelo automatizado para la gestión de materiales propuesto por Navon y Berkovich (2006).
3. Modelo de administración de materiales para la construcción en Yucatán, propuesto por Alcutia Velázquez (2002).
4. Modelo de administración de materiales para la construcción de vivienda masiva, propuesto por Tirado Millán (1998).

Estos y otros modelos serán analizados con el objetivo de identificar los procesos involucrados en la gestión de los materiales en la construcción. Para los propósitos de esta investigación, se verá la pertinencia de adoptar uno de los modelos identificados o de integrar uno a partir de todos estos. El modelo de la gestión de materiales, ya sea que se haya adoptado uno existente o que se haya integrado a partir de varios, servirá para identificar el flujo de información que se da entre los diferentes procesos que incluya. La identificación de este flujo de información se llevará a cabo de la siguiente manera:

1. Primero se identificarán los procesos que intervienen en la administración de materiales, de acuerdo al modelo con el que se haya decidido trabajar.
2. Una vez identificados estos procesos, se procederá a identificar a las diferentes partes involucradas en la realización de dichos procesos.
3. Se procederá entonces a identificar la información de entrada y de salida en cada uno de los procesos anteriormente identificados, así como la manera como fluye dicha información entre estos procesos.

4. Posteriormente, se identificará el papel que juega cada una de las partes involucradas, en el flujo de información identificado.
5. Finalmente, se elaborará un diagrama en el que se plasme claramente el flujo de información entre las diferentes partes involucradas.

En el **segundo objetivo** se deberá identificar cómo puede apoyar el modelo BIM de un proyecto en la realización de los diferentes procesos que incluye la gestión de los materiales y, específicamente, determinar cuál de toda la información identificada con el objetivo anterior es pertinente de integrar en el modelo BIM de un proyecto. Para esto, se desarrollará un estudio de caso con el fin de experimentar la integración del modelo BIM de un proyecto en la realización de los procesos de gestión de los materiales. Se prevé entonces la selección de un proyecto de edificación real cuya información de diseño se encuentre totalmente concluida y disponible como para elaborar el modelo BIM correspondiente. Dicha información será recopilada a partir de la documentación disponible tal como planos, especificaciones, presupuesto, programa de actividades, programa de suministros, entre otros.

Es mediante la realización de este modelo BIM que se podrán establecer los criterios de modelación requeridos para el tercer objetivo; por lo tanto, se prevé la realización simultánea de las actividades relacionadas con este objetivo con las del tercer objetivo. De hecho, para comenzar la elaboración del modelo BIM del proyecto se deberán considerar los criterios iniciales establecidos como parte del tercer objetivo.

Para la elaboración del modelo BIM se ha seleccionado de manera preliminar el siguiente software:

- *Autodesk Revit Architecture 2012*, para la modelación de los elementos arquitectónicos.
- *Autodesk Revit Structure 2012* para la modelación de los armados de los elementos estructurales.

- *Excel* y *Access* de la paquetería *Microsoft Office*, para la manipulación de la información proveniente del modelo BIM elaborado en *REVIT*,
- *Microsoft Project*, para la elaboración de los programas requeridos, y
- *SincoWfi*, para la elaboración de las estimaciones de costos.

Este software ha sido seleccionado por su disponibilidad y su interoperabilidad, la cual ha sido comprobada en el contexto local por Audeves Pérez et al. (2012) y Baeza Pereyra et al. (2009). Cabe mencionar que este software también es, a excepción del *SincoWfi*, consistentemente mencionados en los estándares que ya han sido establecidos para normar el uso de la tecnología BIM.

Una vez que se haya elaborado el modelo BIM en Autodesk Revit, se procederá a decidir qué información identificada como de entrada a los procesos de gestión de los materiales, es factible y pertinente de integrar en dicho modelo. Entonces se decidirá qué información identificada como salida de los procesos de gestión de los materiales, es factible y pertinente de generar mediante el modelo. Se tiene contemplado que para poder generar parte de esta información, se requerirá la interacción del modelo BIM con otros sistemas más adecuados para la generación de cierta información, tal como el software descrito anteriormente. Se puede considerar entonces que propiamente se conformará un sistema basado en BIM para la facilitación de la administración de los materiales.

Durante el desarrollo de este objetivo se comprobará la utilidad que tiene este sistema basado en BIM mediante la validación de la información que sea posible obtener de él; es decir, determinar si esta información es realmente la que se requiere para la realización de los procesos de gestión de materiales.

Como parte del tercer objetivo se deberán establecer los criterios para integrar la información relevante a la gestión de los materiales en el modelo BIM de un proyecto. Se prevé que estos criterios se establezcan a partir de la experiencia que se gane con la modelación BIM del proyecto utilizado como caso de estudio en el objetivo anterior, por eso, se contempla que las actividades relacionadas con de este tercer objetivo se realicen en simultáneo con la realización del segundo objetivo. Sin embargo, también se entrevé la necesidad de definir criterios iniciales

y básicos para la modelación del proyecto con BIM y que son relevantes para la gestión de los materiales. Por ejemplo, parte de estos criterios iniciales se podrían referir a lo siguiente:

1. El nivel de detalle con el que se debe elaborar el modelo BIM, tomando en cuenta las capacidades y limitaciones del software. Por ejemplo, para los propósitos de esta investigación se consideraría necesario modelar los armados de acero de los elementos estructurales, con el fin de poder cuantificar de manera precisa la cantidad de acero.
2. La secuencia con la que se realizan los elementos constructivos del proyecto. Por ejemplo, en el contexto local los acabados en los muros generalmente se manejan como un concepto de trabajo aparte del concepto de muro de block, ya que estas dos elementos se llevan a cabo en diferentes momentos del proceso constructivo y su costo también se estima como dos diferentes conceptos; esto implicaría que los acabados en muros se tendrían que modelar como un elemento en sí mismo, tal como sugiere Audeves Pérez, *et al.* (2012).
3. Los métodos de construcción que se hayan decidido utilizar en el proyecto. Por ejemplo, en el caso de utilizar una losa de vigueta y bovedilla sería necesario modelar de manera detallada las viguetas, las bovedillas y el concreto que integran este tipo de losa, pues esto es relevante para la cuantificación de los materiales.
4. La manera como se administran los elementos del proyecto. Por ejemplo, una columna se puede modelar como un elemento integrado para cuya estimación de costo se haya incluido el acero, la cimbra y el concreto; pero también se podrían modelar estos materiales como tres elementos diferentes del proyecto y, de la misma manera, estimar su costo por separado.
5. La interoperabilidad entre las alternativas de software con las cuales se haya decidido trabajar, ya que esto determinará la necesidad de incluir parámetros en el modelo BIM que faciliten su interoperabilidad. Por ejemplo, un modelo BIM realizado con *Autodesk Revit* requiere la inclusión de parámetros

especiales dentro de los elementos modelados para que la información que se extraiga de este modelo sea útil para estimar los costos del proyecto con otro software especializado, tal como *Sinco Wfi*.

Una vez que se hayan definido los criterios iniciales con los cuales se pueda comenzar a desarrollar el modelo BIM del proyecto, se seguirán estableciendo criterios más detallados en base a la experiencia que vaya aportando el mismo proceso de modelación. Como parte del logro de este objetivo precisamente se deberá obtener una lista completa de criterios que puedan servir como directrices en el desarrollo de modelos BIM que tengan la capacidad de facilitar la gestión de los materiales de los proyectos.

CONCLUSIONES:

En la revisión de la literatura se han encontrado hasta ahora 4 modelos de administración materiales. Tres modelos pertenecen a la manera tradicional de gestionar los materiales y el cuarto corresponde a un modelo para la automatización de los procesos de gestión de materiales por Navon y Berkovich (2006). Este último modelo hace uso de tecnologías de la información tales como bases de datos, recolección de datos en campo por medio de PDA (Personal Digital Assistance), contiene una unidad de análisis que compara la información generada durante los procesos de la gestión de materiales, así como la capacidad de emitir alertas y reportes cuando exista alguna inconsistencia durante la administración de los materiales.

A pesar de que existen modelos para llevar a cabo una adecuada administración de los materiales, aún siguen existiendo problemáticas. Navon y Berkovich (2006) asocian estos problemas en dos categorías: la primera hace referencia a la compra y el suministro, mientras que la segunda categoría se refiere a los problemas derivados del almacenamiento. En el contexto local, en un estudio realizado por González et al. (2010) mencionan que aún siguen existiendo problemas derivados a la administración de materiales, en un 76% los materiales no estuvieron disponibles y en un 67% los costos de elevaron algunas veces.

Por otro lado la tecnología BIM ofrece múltiples ventajas para los diferentes procesos del ciclo de vida del proyecto. Entre estas ventajas destacan la visualización, la coordinación, el análisis y la integración en la cadena de suministros. Sin embargo, a pesar de que existe mucha información acerca de la tecnología BIM, muy poca hace referencia a la administración de materiales mediante estos modelos. BIM cuentan con el potencial para facilitar la administración de los materiales, debido a la diversidad y cantidad de información que pueden contener, integrando al modelo BIM la información que servirá a lo

largo de los procesos de gestión de materiales. Por lo tanto, es pertinente investigar la aplicabilidad de los modelos BIM en la administración de los materiales para los proyectos de edificación.

REFERENCIAS:

- ❖ Ala-Risku, T. y Karkkainen, M. (2006). "Material delivery problems in construction projects: a possible solution", *International Journal of Production Economics* 104(1) pp. 19-29.
- ❖ Alcudia Velázquez, C. (2002). "Propuesta de un sistema integral de planeación y control de proyectos de construcción en Yucatán", tesis inédita de maestría, Universidad Autónoma de Yucatán.
- ❖ Audeves Pérez, S.; Pech Pérez, G.; Solís Carcaño, R. y Corona Suárez, G. (2012). "Metodología para desarrollar modelos de construcción de proyectos de vivienda, utilizando tecnología BIM", *Compilación de artículos de investigación de la red académica internacional de diseño y construcción*, pp. 34-48.
- ❖ Domínguez, J. (1993). "Propuesta para la Sistematización y Automatización del Control de Costos de Construcción". Tesis Inédita de maestría, Universidad Autónoma de Yucatán.
- ❖ Fallon, K. y Palmer, M. (2007). "General Buildings Information, Handover guide, principles, methodology and case studies". *National Institute of Standards and technology*.
- ❖ González, J.; Solís, R. y Alcudia, C. (2010). "Diagnóstico sobre la planeación y control de proyectos en las PYMES de construcción" *Revista de la Construcción*, Vol. 9, No.1(agosto), pp. 17-25.
- ❖ Irizarry, J.; Karan, E. y Farzad, J. (2013). "Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management", *Automation in Construction* 31 (2013) pp. 241-254
- ❖ Navon, R. y Berkovich, O. (2006). "An automated model for materials management and control", *Construction Management and Economics*, 24:6, 635-646
- ❖ Solís Carcaño, R.; Zaragoza Grifé, N. y González Fajardo, A. (2009). "La administración de los materiales en la construcción". *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 13-3, pp. 61-71.
- ❖ Tirado Millán, I. (1998). "Sistema de administración de materiales para la construcción masiva de viviendas", tesis inédita de maestría, Universidad Autónoma de Yucatán.

ACERCA DEL AUTOR

El Ing. Marco Antonio Medina Pacheco estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán. Se ha desempeñado laboralmente como supervisor de urbanización, residente de obra y analista de precios unitarios. Actualmente cursa la maestría en construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán.

LA ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE OBRA PÚBLICA

Rómel G. Solís Carcaño (expositor)

Gilberto A. Corona Suárez

Aldo J. García Ibarra

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Cuerpo Académico Ingeniería de la Construcción

tulich@uady.mx

csuarez@uady.mx

“LA ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE OBRA PÚBLICA”

RESUMEN

Una de las principales fuentes de conflicto entre constructores y clientes se deriva del incumplimiento en la fecha de entrega de la obra; cuando esto ocurre, clientes, constructores y usuarios sufren diferentes afectaciones. La buena administración del tiempo de ejecución de los proyectos es un indicador importante de la eficiencia, profesionalismo y capacidad del constructor, y también puede utilizarse para evaluar el éxito de un proyecto. En este trabajo se presenta el resultado de la evaluación del desempeño en el tiempo de ejecución de los proyectos de obra pública, así como la aplicación de un método desarrollado recientemente para dicho fin. Los resultados mostraron que la mitad de los proyectos estudiados no se terminaron en el tiempo contratado y que el método aplicado resultó más eficaz que el método tradicional basado en el costo.

PALABRAS CLAVE

Programación, construcción, evaluación del desempeño.

INTRODUCCIÓN:

Uno de los problemas más frecuentes en la ejecución de los proyectos de construcción a nivel mundial son los retrasos en su terminación (Al-Karashi y Skitmore, *Construction Management and Economics*, 2009); las repercusiones que estos atrasos generan son diversas. El cliente pospone el inicio de sus ingresos y aumenta su costo financiero por no poner en operación el proyecto en la fecha planeada; además puede enfrentar diversos problemas derivados de los compromisos que asume, considerando una fecha contratada de entrega de la construcción (Marzouk *et al.*, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 2008).

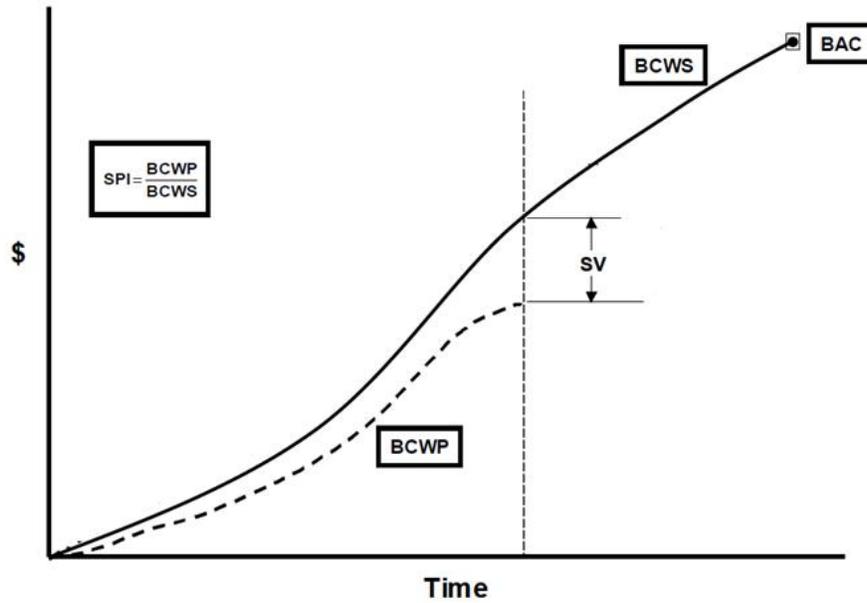
Para los constructores, la prolongación del proyecto genera sobrecostos. Lo anterior ocurre por tener que pagar tiempo adicional al personal de campo y oficina, por el escalamiento en el costo de los materiales, por requerir financiamiento durante un mayor tiempo y por posibles penas contractuales debido al retraso, entre otras causas (Singh, *Working Paper No. 181, Department of Economics, University of Delhi*, 2009). Por otra parte, el incumplimiento en la conclusión a tiempo de un proyecto daña la reputación de una empresa constructora, restándole posibilidades de adquirir nuevos contratos.

De igual forma, el atraso en la terminación de un proyecto puede impactar en la calidad en la ejecución del proyecto, ya que cuando ocurre un atraso los constructores dedican menos tiempo a la supervisión de la calidad y, principalmente, concentran sus esfuerzos en acelerar el ritmo de trabajo. Por lo general, se presiona al personal para que aumente su productividad o trabaje tiempos extras, lo cual suele provocar un incremento de errores en el trabajo (Woodward, *Construction Project Management: Getting it Right First Time*, 1997).

En los casos de proyectos de obra pública, se tienen también perjuicios de tipo social, ya que por lo general existen necesidades apremiantes que los proyectos deben resolver. Los efectos adversos generados por los atrasos en las construcciones pueden evitarse con un buen trabajo de planeación, estableciendo mecanismos de control, y promoviendo una coordinación y comunicación efectivas dentro de la organización (Solís *et al.*, *Ingeniería Revista Académica de la FIUADY*, 2009). La buena administración del tiempo de ejecución de los proyectos es un indicador importante de la eficiencia, profesionalismo y capacidad del constructor, y también puede utilizarse para evaluar el éxito de un proyecto y comparar el desempeño entre los constructores.

Desde el punto de vista de la administración del tiempo, para la evaluación del desempeño de la ejecución de los proyectos se ha utilizado tradicionalmente la Curva S, en la cual la variable independiente (x) es el tiempo, y la variable dependiente (y) es el costo presupuestado del trabajo programado para ese valor del tiempo. En la Figura 1 (Lipke, *The Measurable News*, 2003) se presenta esta curva nombrada en inglés como BCWS (Budgeted Cost for Work Scheduled), en donde la conclusión programada del proyecto está representada por el punto BAC (Budgeted at Completion).

Figura 1: Curvas Tiempo vs. Costo presupuestado del trabajo programado (BCWS) y Tiempo vs. Costo presupuestado del trabajo ejecutado (BCWP).



Referencia: Lipke, The Measurable News, 2003.

Conforme el proyecto se va ejecutando, el desempeño se va representando con otra curva, en la cual la variable dependiente (y) es el costo presupuestado del trabajo ejecutado para cada valor del tiempo. En la Figura 1 se presenta esta curva nombrada como BCWP (Budgeted Cost for Work Performed).

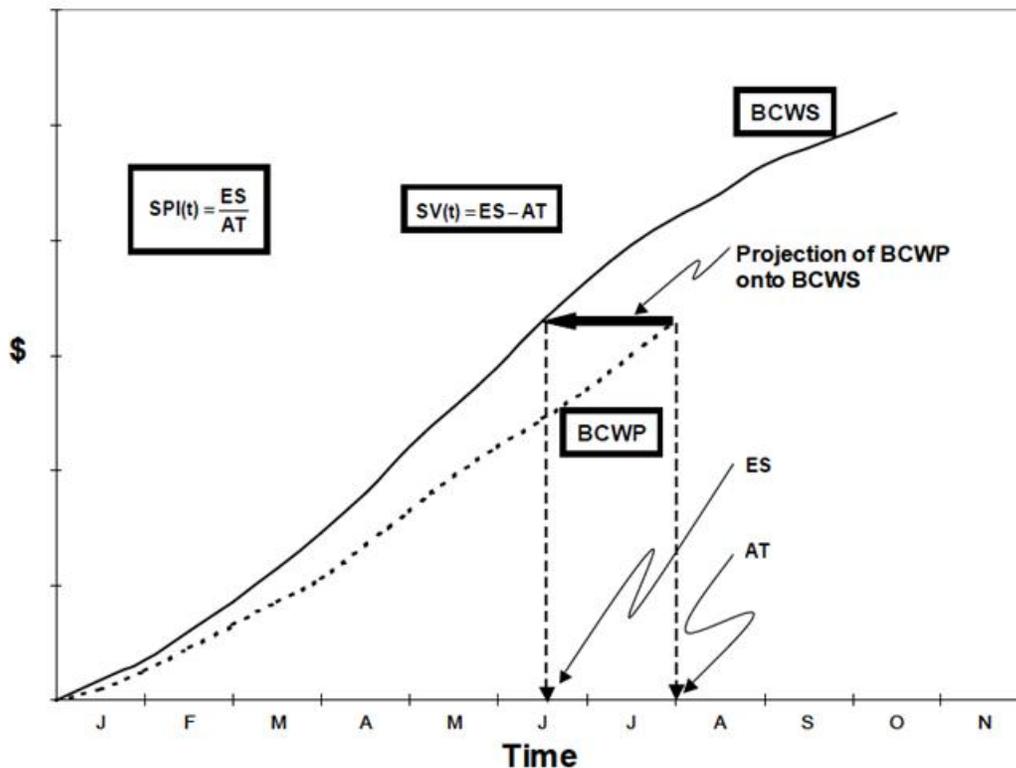
Para un valor dado del tiempo, el cociente (Índice del Desempeño del Programa) y la resta (Variación del Programa) de las ordenadas (y) de ambas curvas son los parámetros tradicionalmente utilizados para medir el desempeño de la ejecución del proyecto; en la Figura 1 son nombrados como SPI (Schedule Performance Index) y SV (Schedule Variance), respectivamente. Sin embargo, cuando el proyecto no se concluye en su fecha programada los dos parámetros pierden su utilidad pues la ordenada de la Curva S (BCWS en la Figura 1) deja de variar, pues tiene un valor límite que corresponde al importe del presupuesto. Por lo

general, desde el último tercio del tiempo de ejecución del proyecto estos parámetros tradicionales dejan de ser útiles.

Lipke (*The Measurable News*, 2003) propuso modificar la forma de evaluar el desempeño de los proyectos utilizando las abscisas (x) de las mismas dos curvas – que representan los tiempos – en vez de ordenadas (y) – que representan los costos. En la Figura 2 se presenta este enfoque modificado en donde AT (Actual Time) representa el tiempo real en el cual se realiza la evaluación del desempeño del proyecto, y ES (Earned Scheduled) representa el tiempo que corresponde al costo presupuestado del trabajo que ha sido realmente ejecutado en el tiempo AT. La diferencia de este enfoque, y ventaja principal, es que AT sigue variando cuando se rebasa la fecha programada de conclusión del proyecto (punto BAC de la Figura 1); y de esta forma los dos parámetros de desempeño siguen siendo útiles.

El objetivo del trabajo que se presenta fue medir el desempeño relacionado con la administración del tiempo, que una muestra de empresas tuvieron en la ejecución de proyectos de obra pública, utilizando el enfoque propuesto por Lipke en base a las abscisas de las curvas Tiempo vs. Costo Presupuestado del Trabajo Programado (BCWS) y Tiempo vs. Costo Presupuestado del Trabajo Ejecutado (BCWP). Así como comparar los enfoques tradicional y modificado, para observar las posibles ventajas de utilizar el enfoque propuesto.

Figura 2: Enfoque modificado de la evaluación del desempeño de los proyectos en base a las abscisas de las curvas Tiempo vs. Costo presupuestado del trabajo programado (BCWS) y Tiempo vs. Costo presupuestado del trabajo ejecutado (BCWP).



Referencia: Lipke, *The Measurable News*, 2003.

METODOLOGÍA

La unidad de análisis estuvo conformada por proyectos de infraestructura educativa construidos en la Península de Yucatán. La muestra incluyó 14 proyectos que fueron construidos durante el tiempo en que se desarrolló la investigación.

Las variables que se midieron estuvieron relacionadas con el nivel de desempeño en la ejecución de los proyectos. Las variables no medidas, que se pretendieron controlar fueron: el cliente (la misma dependencia de gobierno contratante), el tipo de proyecto (de infraestructura educativa), la complejidad del diseño (proyectos con características estandarizadas y tipificadas), la temporalidad (proyectos ejecutados en el mismo lapso), contexto regional (proyectos ejecutados en la

Península de Yucatán) y especialización de los constructores (empresas que por lo general realizan este tipo de obras).

Las empresas y proyectos estudiados fueron caracterizados, las primeras en función de su tamaño (INEGI, *Banco de Información Económica*, 2011) y de la proporción del valor de su producción anual que corresponde al tipo de proyecto estudiado; y los proyectos, en función de su monto presupuestado y su duración programada, de acuerdo con los respectivos contratos.

Durante la ejecución de los proyectos estudiados, cada semana se evaluó el desempeño de la empresa por medio de dos variables: el Índice de Desempeño (ID) y el Índice de variación (IV); estos índices corresponden a SPI y SV, respectivamente, y fueron tomados de la teoría del avance o progreso alcanzado (Earned Schedule) desarrollada por Lipke (2003), explicada anteriormente.

Estos índices son una función del tiempo y se presentan en las Ecuaciones 1 y 2:

$$ID(t)=ES/AT \quad (1)$$

$$IV(t)=ES-AT \quad (2)$$

En donde AT representa la semana en la cual se realizó la evaluación del desempeño del proyecto, y ES representa la semana que corresponde al costo presupuestado del trabajo que había sido ejecutado realmente en AT. A continuación, para una mejor comprensión, se presenta un ejemplo: considérese la evaluación del Proyecto 1 en la semana 5 (AT). De la Curva S del proyecto se obtuvo que el Costo Presupuestado del Trabajo Programado hasta la semana 5 debía ser de \$64,320.25 (costo en dólares americanos), y el Costo Presupuestado del Trabajo Realmente Ejecutado hasta la semana 5 fue de \$32,269.96. También de la Curva S de ese proyecto, se obtuvo que el tiempo en el cual se debió haber tenido trabajo ejecutado con un costo de \$32,269.96 fue en el punto que equivale a 2.78 semanas (ES). De lo anterior resultó, aplicando la Ecuación 1, que el valor

del $ID(5)$ fue de 0.56. Es claro, que si la función $ID(t)$ toma valores menores de uno, la obra se encuentra atrasada; y que un valor en la función igual a 1 significa que la obra se está ejecutando, hasta ese momento, exactamente de acuerdo al programa (Curva S).

Para el mismo ejemplo, el valor de $IV(5)$ fue de -2.22. También es claro que si la función $IV(t)$ toma valores menores de cero, la obra se encuentra atrasada; y que el valor cero significa que la obra se está ejecutando de acuerdo al programa.

Se identificaron cuáles proyectos fueron concluidos en el tiempo originalmente contratado, así como los que se concluyeron en más tiempo; de entre estos últimos, se identificaron aquellos en los que el cliente – la dependencia de gobierno – otorgó a las empresas ejecutoras una prórroga. Se graficaron los parámetros de desempeño de los proyectos calculados con ambos enfoques, para observar la conveniencia de utilizar el enfoque modificado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las empresas y proyectos

En la Tabla 1 se presenta la clasificación de las empresas según su tamaño, y el rango del porcentaje de su producción anual que corresponde al tipo de proyecto de obra pública estudiado; así como también los montos y duración programada de cada uno de los proyectos que fueron estudiados.

Tabla 1: Datos descriptivos de las empresas y proyectos estudiados.

| Núm. | Empresas | | Proyecto | |
|------|----------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| | Tamaño | Rango del porcentaje de producción del tipo de obra estudiada | Monto presupuesto (dólares U.S.*) | Duración programada (días) |
| 1 | Pequeña | 41-60 | \$219,673 | 91 |
| 2 | Micro | 81-95 | \$228,569 | 84 |
| 3 | Mediana | 21-40 | \$192,009 | 91 |
| 4 | Micro | 81-95 | \$140,004 | 77 |
| 5 | Mediana | 61-80 | \$455,572 | 98 |
| 6 | Mediana | 61-80 | \$242,209 | 112 |
| 7 | Pequeña | 81-95 | \$177,019 | 98 |
| 8 | Pequeña | 21-40 | \$182,319 | 97 |
| 9 | Micro | 41-60 | \$130,739 | 98 |
| 10 | Pequeña | 41-60 | \$121,811 | 63 |
| 11 | Pequeña | 96-100 | \$547,710 | 105 |
| 12 | Mediana | 21-40 | \$128,293 | 84 |
| 13 | Mediana | 6-20 | \$73,428 | 98 |
| 14 | Mediana | 21-40 | \$177,879 | 98 |

(*) Tipo de cambio FIX del Banco de México del 25/09/2013

Fuente: los autores.

Índice de Desempeño

Para los proyectos estudiados se calcularon, semanalmente, los Índices de Desempeño (ID), utilizando la Ecuación 1. Estos índices se presentan en la Tabla 2, en ella se han sombreado los proyectos que se concluyeron en el tiempo originalmente contratado (proyectos: 2, 6, 7, 8, 11, 13 y 14), y se han marcado con un asterisco (*) los proyectos que, no habiendo concluido en el tiempo originalmente contratado, se les otorgó una prórroga hasta su conclusión (proyectos: 4, 5, 9 y 12). La justificación que se documentó para el hecho de haber ampliado el plazo de ejecución en casi un tercio de los proyectos fue que se incrementó los alcances de éstos; lo anterior puede ser causa, en el menos malo de los casos, de un trabajo incompleto de planeación, y en el peor de los casos, de una práctica de simulación para evitar aplicar penas por incumplimiento del contrato a los constructores.

Tabla 2: Valores calculados del Índice de Desempeño (ID) para los 14 proyectos estudiados.

| Semana s | Proyectos | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4* | 5* | 6 | 7 | 8 | 9* | 10 | 11 | 12* | 13 | 14 |
| 1 | 0.2 4 | 1.0 0 | 0.8 4 | 0.2 3 | 0.9 1 | 4.3 5 | 1.4 1 | 1.0 6 | 0.7 1 | 0.1 4 | 2.9 5 | 0.0 2 | 1.0 4 | 0.4 5 |
| 2 | 0.3 1 | 1.2 4 | 0.8 0 | 0.2 2 | 0.5 4 | 2.5 2 | 1.0 3 | 0.9 4 | 0.3 6 | 0.0 7 | 2.4 2 | 0.5 0 | 0.7 5 | 0.3 6 |
| 3 | 0.4 0 | 1.2 8 | 0.8 6 | 0.1 8 | 0.9 3 | 2.1 4 | 0.8 4 | 0.9 2 | 0.8 1 | 0.1 0 | 1.9 7 | 0.3 4 | 0.5 2 | 0.7 7 |
| 4 | 0.3 9 | 1.4 0 | 1.0 2 | 0.1 6 | 1.0 0 | 1.6 0 | 0.7 8 | 1.1 2 | 0.8 6 | 1.1 1 | 1.6 6 | 0.2 5 | 0.3 9 | 0.7 7 |
| 5 | 0.5 6 | 1.3 2 | 0.9 9 | 0.1 7 | 1.0 6 | 1.5 5 | 0.7 4 | 1.0 6 | 0.9 6 | 0.8 9 | 1.5 0 | 0.2 0 | 0.3 1 | 0.7 2 |
| 6 | 0.6 6 | 1.2 3 | 0.9 8 | 0.5 3 | 1.0 4 | 1.3 5 | 0.7 5 | 0.9 5 | 0.9 1 | 1.3 6 | 1.4 1 | 0.4 3 | 0.4 6 | 0.7 7 |
| 7 | 0.6 7 | 1.1 3 | 0.9 1 | 0.8 2 | 1.0 0 | 1.3 3 | 0.7 8 | 0.9 1 | 0.8 0 | 1.3 8 | 1.2 7 | 0.5 5 | 0.5 8 | 0.8 3 |
| 8 | 0.7 6 | 1.0 5 | 0.9 8 | 0.9 8 | 1.0 4 | 1.2 8 | 0.8 8 | 0.8 8 | 0.8 6 | 1.3 3 | 1.1 9 | 0.6 2 | 0.6 1 | 0.8 6 |
| 9 | 0.7 5 | 1.0 2 | 1.0 1 | 0.9 8 | 1.0 0 | 1.2 1 | 0.8 9 | 0.8 0 | 0.8 7 | 1.3 0 | 1.1 1 | 0.8 2 | 0.5 4 | 0.8 8 |
| 10 | 0.8 3 | 0.9 8 | 0.9 8 | 0.9 2 | 1.0 1 | 1.1 6 | 1.0 3 | 0.9 4 | 1.1 2 | 1.1 9 | 1.0 9 | 0.8 4 | 0.7 6 | 0.9 1 |
| 11 | 0.7 7 | 0.9 7 | 0.9 3 | 0.9 7 | 1.0 0 | 1.1 7 | 1.0 2 | 1.0 5 | 1.0 2 | 1.0 8 | 1.0 5 | 0.8 7 | 0.7 4 | 0.9 0 |
| 12 | 0.9 3 | 1.0 0 | 0.9 2 | 0.9 4 | 1.0 0 | 1.1 3 | 1.0 0 | 1.1 6 | 1.0 2 | 0.9 9 | 1.0 4 | 0.9 4 | 0.7 6 | 0.9 3 |
| 13 | 0.9 2 | | 0.9 2 | 0.9 8 | 0.9 4 | 1.0 8 | 1.0 1 | 1.0 8 | 0.9 5 | 0.9 3 | 1.0 2 | 0.8 9 | 0.9 8 | 0.9 3 |
| 14 | 0.9 3 | | 0.8 9 | 1.0 0 | 0.8 8 | 1.0 4 | 1.0 0 | | 0.8 8 | 0.8 9 | 1.0 0 | 0.9 4 | 1.0 0 | 1.0 0 |
| 15 | | | 0.8 7 | | 0.8 2 | 1.0 1 | | | 0.8 7 | 0.8 3 | 0.9 3 | 1.0 0 | | |
| 16 | | | | | 0.7 9 | 1.0 0 | | | 0.9 6 | 0.7 8 | 1.0 0 | | | |
| 17 | | | | | 0.7 6 | | | | 1.0 0 | 0.7 5 | | | | |
| 18 | | | | | 0.7 5 | | | | | 0.7 1 | | | | |
| 19 | | | | | 1.0 | | | | | 0.7 | | | | |

0

4

Fuente: los autores.

Índice de Variación

También se calcularon semanalmente los Índices de Variación (IV) de los proyectos, utilizando la Ecuación 2. Estos índices se presentan en la Tabla 3, en la que se han sombreado los proyectos que se concluyeron en el tiempo originalmente contratado, y se han marcado con un asterisco los proyectos a los que se les otorgó una prórroga hasta su fecha de conclusión.

Tabla 3: Valores calculados del Índice de Variación (IV) para los 14 proyectos estudiados.

| Semanas | Proyectos | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4* | 5* | 6 | 7 | 8 | 9* | 10 | 11 | 12* | 13 | 14 | |
| 1 | - | 0.76 | 0.00 | 0.16 | 0.77 | 0.09 | 3.35 | 0.41 | 0.06 | 0.29 | 0.86 | 1.95 | 0.98 | 0.04 | 0.55 |
| 2 | - | 1.38 | 0.48 | 0.39 | 1.56 | 0.92 | 3.04 | 0.06 | 0.12 | 1.29 | 1.86 | 2.84 | 0.99 | 0.50 | 1.29 |
| 3 | - | 1.79 | 0.83 | 0.43 | 2.47 | 0.22 | 3.42 | 0.48 | 0.24 | 0.57 | 2.70 | 2.91 | 1.99 | 1.44 | 0.68 |
| 4 | - | 2.45 | 1.60 | 0.07 | 3.36 | 0.00 | 2.42 | 0.88 | 0.46 | 0.55 | 0.44 | 2.66 | 2.99 | 2.44 | 0.92 |
| 5 | - | 2.22 | 1.59 | 0.03 | 4.13 | 0.32 | 2.76 | 1.32 | 0.29 | 0.21 | 0.56 | 2.52 | 3.99 | 3.44 | 1.40 |
| 6 | - | 2.05 | 1.41 | 0.13 | 2.79 | 0.26 | 2.08 | 1.52 | 0.28 | 0.54 | 2.14 | 2.48 | 3.42 | 3.24 | 1.38 |
| 7 | - | 2.29 | 0.92 | 0.60 | 1.26 | 0.00 | 2.32 | 1.55 | 0.63 | 1.38 | 2.69 | 1.92 | 3.14 | 2.91 | 1.16 |
| 8 | - | 1.95 | 0.36 | 0.17 | 0.15 | 0.29 | 2.26 | 0.93 | 0.99 | 1.13 | 2.65 | 1.52 | 3.00 | 3.10 | 1.12 |
| 9 | - | 2.25 | 0.21 | 0.09 | 0.21 | 0.01 | 1.89 | 0.96 | 1.81 | 1.16 | 2.66 | 1.01 | 1.62 | 4.10 | 1.10 |
| 10 | - | 1.73 | 0.21 | 0.22 | 0.75 | 0.09 | 1.64 | 0.30 | 0.58 | 1.17 | 1.90 | 0.89 | 1.57 | 2.38 | 0.90 |
| 11 | - | 2.48 | 0.31 | 0.74 | 0.30 | 0.00 | 1.88 | 0.17 | 0.60 | 0.27 | 0.90 | 0.52 | 1.38 | 2.83 | 1.10 |
| 12 | - | 0.81 | 0.00 | 0.99 | 0.68 | 0.00 | 1.52 | 0.01 | 1.89 | 0.22 | 0.10 | 0.48 | 0.71 | 2.82 | 0.84 |

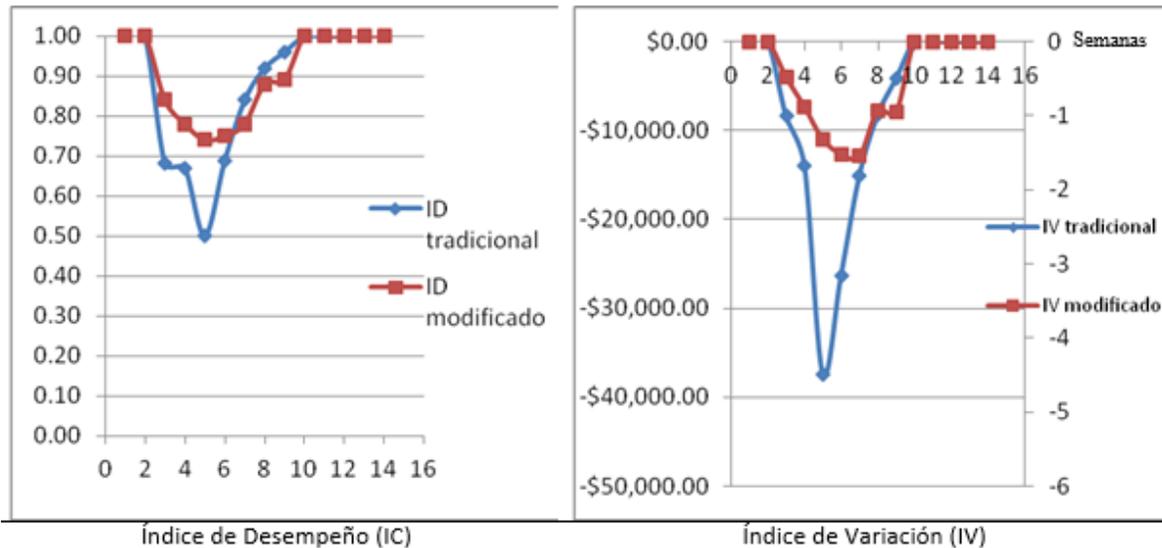
| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 1.00 | | 1.06 | 0.28 | 0.74 | 1.09 | 0.10 | 1.00 | 0.70 | 0.97 | 0.31 | 1.47 | 0.28 | 0.92 |
| 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 1.00 | | 1.53 | 0.00 | 1.66 | 0.56 | 0.00 | | 1.70 | 1.50 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | 2.00 | | 2.65 | 0.11 | | | 1.91 | 2.49 | 1.00 | 0.00 | | |
| 16 | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | 3.37 | 0.00 | | | 0.58 | 3.48 | 0.00 | | | |
| 17 | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | 4.10 | | | | 0.00 | 4.27 | | | | |
| 18 | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | 4.48 | | | | | 5.22 | | | | |
| 19 | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | | | | | 0.00 | | | | | 5.00 | | | | |

Fuente: los autores.

Comparación entre los dos enfoques

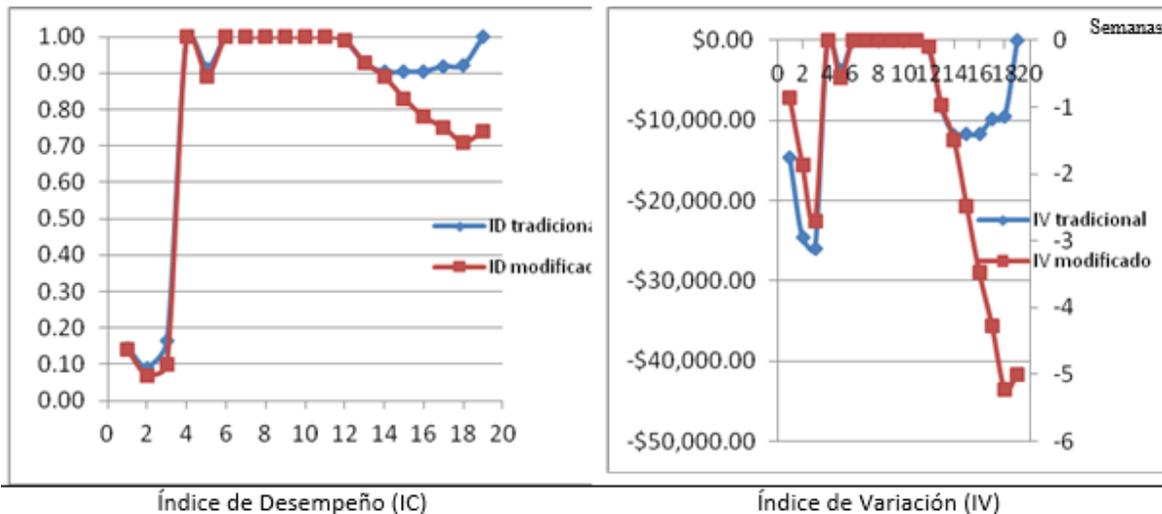
Para ejemplificar las diferencias que se tienen, para la evaluación de la ejecución, entre los enfoques tradicional (basado en costo) y el enfoque modificado (basado en tiempo), se calcularon los parámetros ID e IV de dos proyectos: el 7 que se concluyó en las 14 semanas que se pactaron en el contrato, y el 10 que se concluyó con un atraso de 5 semanas respecto al plazo contratado (14). En las Figuras 3 y 4 se presenta la comparación de los parámetros calculados al concluir cada semana de ejecución. Se hace la observación que los ID (resultado de un cociente) carece de unidad; mientras que los IV (resultado de una resta) presenta unidades diferentes para cada enfoque: en el tradicional, unidades de costo, y en el modificado unidades de tiempo (semanas); por lo anterior en las gráficas de IV se utilizaron dos ejes “y” (dólares en el eje izquierdo y semanas en el derecho).

Figura 3: Comparación de los enfoques tradicional y modificado de los parámetros para medir el desempeño de la ejecución del Proyecto 7, concluido en el tiempo contratado.



Fuente: los autores.

Figura 4: Comparación de los enfoques tradicional y modificado de los parámetros para medir el desempeño de la ejecución del Proyecto 10, concluido con 5 semanas de atraso.



En el proyecto ejemplificado que fue concluido en tiempo (Proyecto 7), se puede apreciar que para los dos enfoques, las funciones ID e IV tienen una forma similar (Figura 3); manifestándose en ambos casos, que en el enfoque tradicional (basado en costo) los atrasos se hacen relativamente más notorios.

En el proyecto ejemplificado que fue concluido con atraso (Proyecto 10), se puede apreciar la ventaja de utilizar el método modificado (Figura 4); ya que mientras en el enfoque tradicional las funciones ID e IV muestran que aparentemente el desempeño mejora a partir de la semana 14 (fecha de conclusión programada), en el enfoque modificado las funciones ID e IV muestran que el desempeño sigue empeorando, que es lo que realmente ocurrió en la que ejecución a partir de la semana 12. Los parámetros calculados con el enfoque modificado permiten observar el pésimo desempeño que tuvo este proyecto, que concluyó con un atraso de aproximadamente un 40 % respecto al tiempo pactado originalmente.

CONCLUSIONES:

La mitad de los proyectos estudiados no se concluyeron en tiempo originalmente contratado. Se observó que se otorgaron ampliaciones en el plazo de ejecución a algunos constructores, exactamente hasta la fecha en la que se concluyeron los proyectos; esto puede ser que sea una práctica común. El procedimiento modificado (siguiendo la teoría de Lipke) mostró ser eficaz para la evaluación del desempeño de los proyectos en su parte final, en la cual el procedimiento tradicional pierde su utilidad.

REFERENCIAS:

- ❖ Al-Karashi A. and Skitmore M. (2009). "Causes of Delays in Saudi Arabian Public Sector Construction Projects"; *Construction Management and Economics*, 2 (1), 3-23.
- ❖ Marzouk M., El-Dokhmasey A. and Moheeb E. (2008). "Assessing Construction Engineering-Related Delays: Egyptian Perspective"; *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134 (3), 315-326.
- ❖ Singh R. (2009). "Cost and Time Overruns in Infrastructure Projects: Extent, Causes and Remedies"; Working Paper No. 181, Department of Economics, University of Delhi, Nueva Deli, 5-10.
- ❖ Woodward J. (1997). "Construction Project Management: Getting it Right First Time"; Publisher: Thomas Telford, (London).
- ❖ Solís, R. Martínez G., y González J. (2009). "Estudio de caso: demoras en la construcción de un proyecto en México." *Ingeniería, Revista Académica de la FIUADY*, 13 (1), 41-48.
- ❖ Lipke W. (2003). "Schedule is different"; *The Measurable News*, March, 2003, 7-9.
- ❖ INEGI (2011). "Banco de Información Económica", 2011; Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado en: <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVR35#arbol>
- ❖ (1 de Marzo de 2011).

ACERCA DE LOS AUTORES

El M.I. Rómel Gilberto Solís Carcaño estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería – Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Actualmente es Profesor Titular de tiempo completo de la Unidad de Posgrado e Investigación de la UADY.

El Dr. Gilberto Corona se graduó como Maestro en Ingeniería – Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán. Posteriormente, obtuvo el grado de Doctorado en Ingeniería y Administración de la Construcción en la Universidad de Alberta, Canadá. Actualmente es Profesor-Investigador de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

El M.I. Aldo José García Ibarra estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería en la (UADY).

DISEÑO DE UN SISTEMA DE INTEGRACION DE CONTROL DE INFORMACION DE INSTALACIONES, UN CASO PRACTICO

M. en Arq. BARUCH ANGEL MARTINEZ HERRERA

Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco

Distrito Federal, México

Doctorado CYAD

varuskas@hotmail.com

baruch@corrosionyproteccion.com

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE INTEGRACION DE CONTROL DE INFORMACION DE INSTALACIONES, UN CASO PRACTICO”.**RESUMEN**

Se muestra el desarrollo de un diseño de un sistema de integración de control de información de instalaciones de control de corrosión, es un prototipo que está siendo probado en la compañía “Corrosión y Protección Ingeniería S.C.” el objetivo de este sistema es centralizar y controlar de manera práctica y económica toda la información generada en trabajos realizados a instalaciones de gas

PALABRAS CLAVE

Control, información, corrosión, centralizar, instalaciones.

INTRODUCCION:

¿se puede realizar un B.I.M. 7D para proyectos de control de corrosión?

Definitivamente la respuesta es “SI”, y se puede desarrollar un sistema de integración de control de información de instalaciones enfocado a proyectos de control de corrosión de una forma económica y práctica, pero hay que explicar primero en qué consiste el B.I.M., este nuevo concepto que está revolucionando la construcción, arquitectura e ingeniería en todo el mundo, podemos tomar la definición de la NIBS*.

El concepto B.I.M. (Building Information Management o Building Information Modeling) trata sobre la Gerencia de Información de la Construcción o el Modelado de la Información para la Construcción, para adaptar este concepto a la Corrosión usaremos la definición de la NIBS.

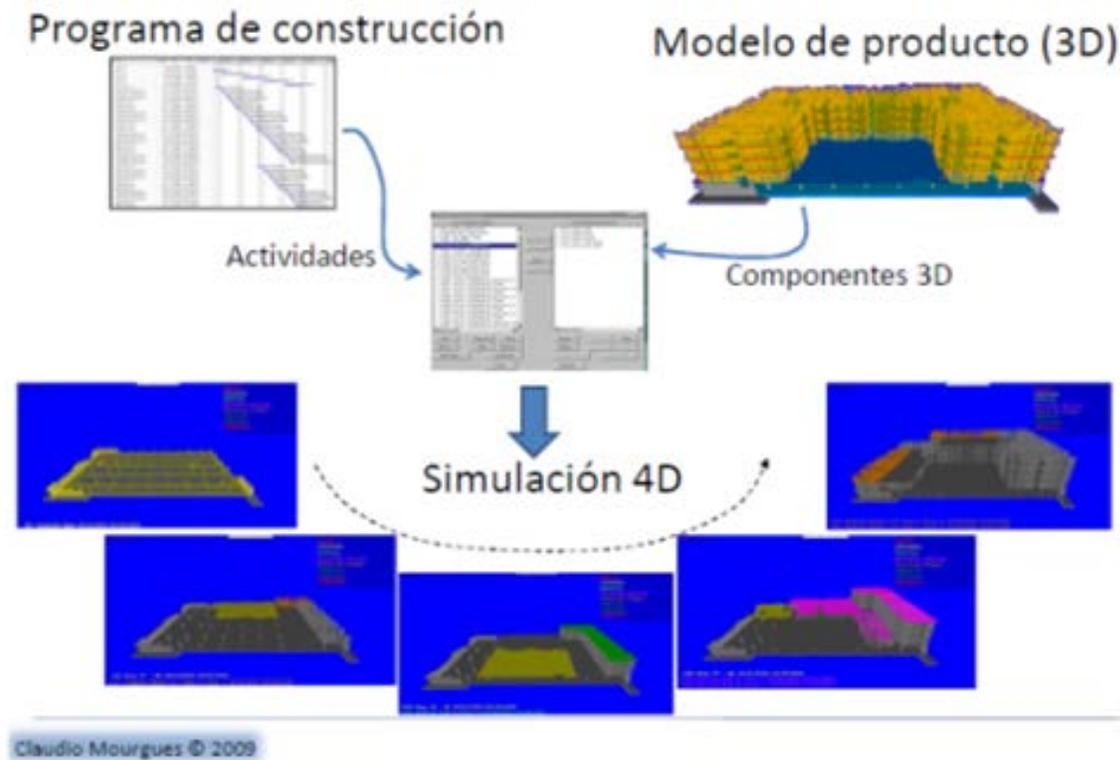
La NIBS define: “B.I.M. es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Sirve como fuente de conocimiento para compartir información acerca de una instalación formando una base confiable para tomar decisiones durante su ciclo de vida, desde el inicio hacia adelante”.

Existen varios tipos de BIM, lo que comercialmente se le denomina “Dimensión (D)” los cuales dependiendo sus características de servicio pueden ser de 3D a la 8D a lo cual podemos explicar lo siguiente:

3D (tercera dimensión) vistas en volumen, simulando la realidad en largo, ancho y alto, la simulación en 3D puede realizar recorridos virtuales, vistas de cómo se verá en la realidad antes de construirse y para visualizar estas ideas se realizan renders, los cuales son como fotografías realistas de cómo se verá.

4D (tiempo) simulación del 3D en el tiempo, cuánto tiempo se tardan para construir un edificio o instalación, esta simulación explica gráficamente el sistema constructivo de la construcción y como se desarrolla en el transcurrir del tiempo.

*National Institute of Building Standards, de Estados Unidos



5D (costo) cuanto se está gastando con el paso del tiempo de la construcción, análisis de flujo de efectivo.

6D (mantenimiento, operación y control de activos) cuánto cuesta mantener funcionando un edificio y donde están los activos.

7D (mantenimiento de instalaciones) Se comienza a partir de la finalización de la fase de puesta en marcha y durará hasta la demolición. 7D BIM es también la fase de gestión de activos del proceso BIM e incluye la gestión de las instalaciones. Aquí es donde ocurre el proceso de mantenimiento normativo y preventivo.

8D ya son características especiales que las compañías pueden adaptar a sus necesidades como serian un BIM en específico, como puede ser para seguridad contra-incendio, o un BIM especial para demolición, etc. Comercialmente se han definido y estandarizado hasta el 6D para no confundir los conceptos, los cuales apenas se están regulando para que todos hablemos el mismo idioma con esta nueva tecnología.

¿Y qué información se tendría que controlar?

Es toda la información que se quiera manejar generada del proyecto y la obra desde los contratos realizados, el control de estimaciones, bitácoras, minutas, especificaciones, fichas técnicas, planos, detalles, ubicaciones, hasta las fotografías, Centralizándola en un solo servidor al que todos los involucrados se conecten para alimentarlo y recibir la información (solo los que tengan autorización de verla) la información es de primera mano directamente de la gente que la genera. Los beneficios son evidentes, no hay pérdida de la información, es inmediata y sobre todo veraz

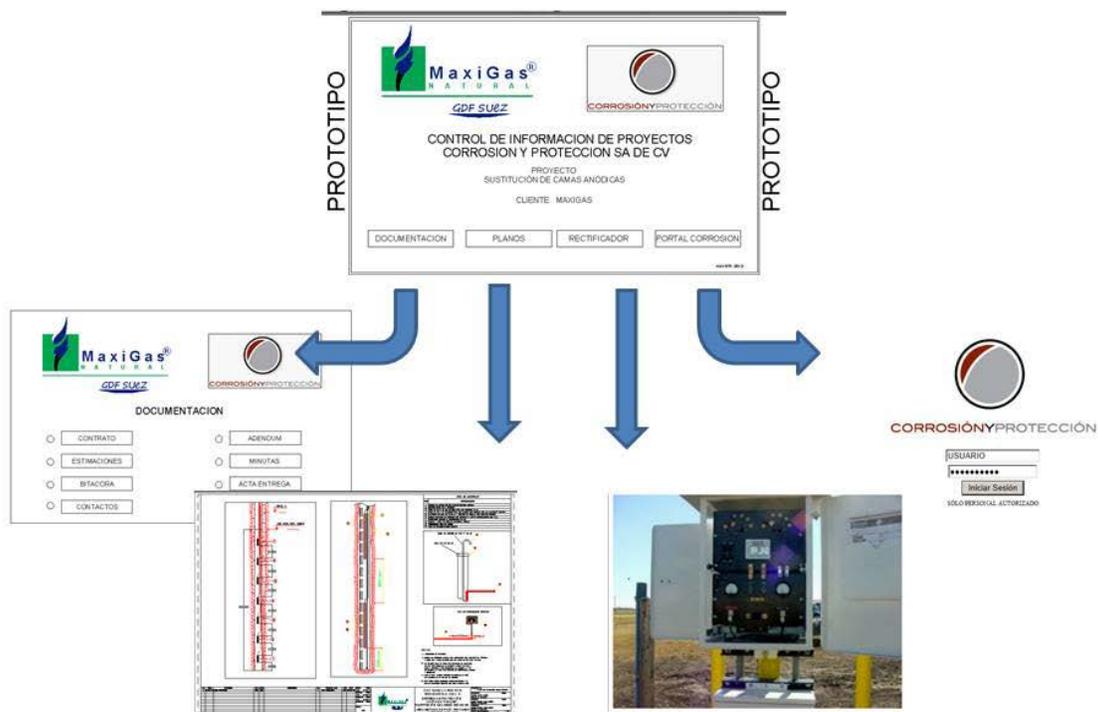
¿Qué tecnología utilizar?

Se puede utilizar cualquier software que maneje B.I.M. los cuales desarrollan las compañías de Autodesk, Bentley, Tekla, etc. o llamar a las empresas especializadas para que implementen un proyecto "a la medida", sin embargo la curva de aprendizaje para una nueva tecnología es muy tardado aparte de la implementación así como la inversión de software y capacitación de personal, son muy caras y en menor medida una implementación con una empresa especialista en el tema, sin embargo te conviertes en un consumidor cautivo; pero viéndolo por otro lado utilizando las herramientas correctas y de uso común con los programas adecuados se puede llenar con todas las características del B.I.M. Las características básicas de un B.I.M. son: centralización de la información, comunicación con todas las áreas involucradas, seguridad, veracidad en la

información, ambiente grafico amigable, integración de la información en sus distintos formatos.

En Corrosión estamos desarrollando un prototipo de un diseño de un sistema de integración de control de información por medios gráficos que efectivamente cumple con todos los conceptos del B.I.M., en específico el B.I.M. 7D, podemos decir que es un B.I.M. a la medida, hecho en la empresa para nuestras propias necesidades dentro de la misma compañía, esperemos que este prototipo nos sea útil para poder integrar esta metodología de trabajo a todos los demás proyectos de corrosión y protección.

El prototipo desarrollado integra toda la información del proyecto piloto como son: planos, especificaciones, localizaciones, comunicación, contratos, estimaciones, fotografías, etc. es un prototipo muy versátil el cual facilitara el manejo de la información generada, la cual es bastante.



Esquema general de prototipo. Baruch Martínez H.

CONTENIDO:**EL CLIENTE**

Corrosión y Protección Ingeniería, S.C. Fue constituida por el Dr. Lorenzo Martínez Gómez el 16 de julio de 1996, La visión del Dr. coadyuvó a definir una problemática nacional de trascendencia, relacionada con la seguridad e integridad de las instalaciones y ductos de transporte de hidrocarburos, que en caso de no ser atendida ocasionaría grandes problemas ambientales, ecológicos y riesgos en pérdidas de vidas humanas.

Corrosión y Protección Ingeniería, S.C. es una institución líder en el control de corrosión en México, brindando a la nación ingeniería especializada y certificada por NACE* Internacional, reduciendo fugas y pérdidas de productos valiosos, aumentando la vida útil de las instalaciones, evitando accidentes y daños al medio ambiente con la aplicación de sistemas y tecnologías de punta a nivel mundial.

*National Association of Corrosion Engineers

PROYECTO PROTOTIPO “MAXIGAS-CORROSION”

El proyecto prototipo se formó en base al proyecto que se realiza para la compañía “Maxigas Natural” por su nombre comercial o “GDF SUEZ” que se formó por los consorcios Gaz de France y Suez, compañías basadas en los campos de generación de electricidad, distribución de gas natural, tratamiento de agua y energía renovables, el 22 de julio de 2008.

El proyecto consistió en la “sustitución de camas anódicas” de la red general del norte de la ciudad de México y se escogió este proyecto porque es un proyecto pequeño e intervienen todas las áreas involucradas en la generación de

información como es: el área legal, administrativa, ingeniería, construcción y mantenimiento.

El objetivo de este prototipo es la de controlar y centralizar toda la información generada para el proyecto desde de los contratos, planos de construcción, estimaciones, especificaciones, control de materiales, proveedores, etc.

Mi participación en el proyecto es como gerente de proyectos especiales dentro de la compañía de Corrosión y Protección el cual me da la oportunidad de desarrollar herramientas administrativas para la empresa y en esta ocasión se desarrollo un diseño de un sistema de integración de control de información de instalaciones de control de corrosión en base a una metodología tipo B.I.M.

INFORMACION A CONTROLAR

La información a controlar se encuentra en diversos formatos como son xls, dwg, doc, pdf, http, jpg. Que son los formatos que las distintas áreas de la compañía utiliza para sus archivos, esto da como resultado que se puede tomar un programa rector el cual será la columna vertebral del prototipo, el cual se eligió el programa Autocad© versión 2014 de Autodesk© que por su versatilidad con los distintos programas, utilización de bloques con atributos y dibujo de planos se consideró para esta primer prueba, sin llegar a programar en Visual Basic o Autolisp únicamente utilizando las herramientas que los mismos programas contienen.

PANTALLAS

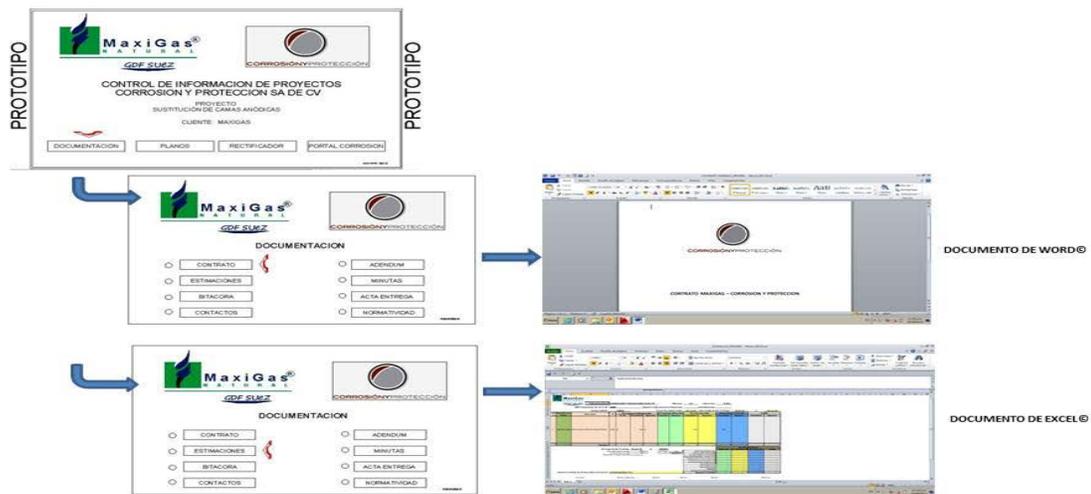


Pantalla principal

Baruch Martínez H

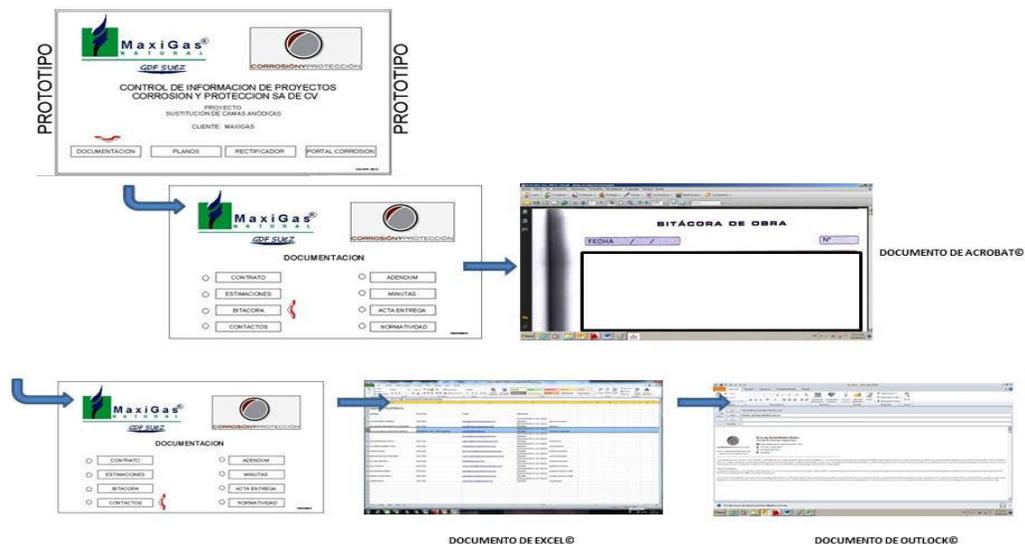
Pantalla de acceso principal a la información a la cual se dividió en:

- Documentación: contratos, estimaciones, bitácora, contactos, adendums, minutas, actas entregas recepción, normatividad.
- Planos: de cada lugar donde se realizaron los trabajos, los cuales son ubicación, plano general, camas anódicas, zanjas, cajas shunts (conexiones), soldaduras, soldaduras y ubicación general dentro de la red general
- Rectificador: plano de ubicación, plano de rectificador, especificaciones, foto y proveedores
- Portal Corrosión: acceso al Portal de la compañía para distintas solicitudes.



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H

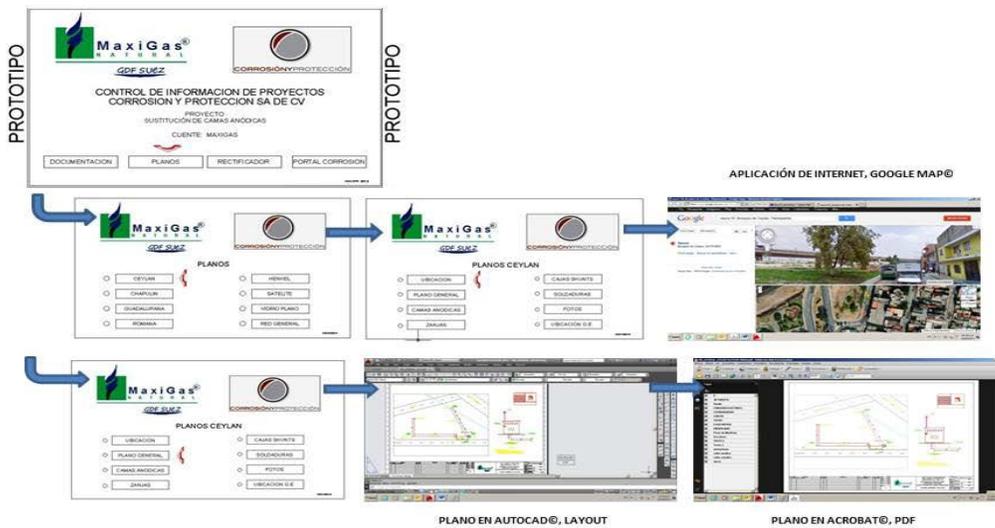
DOCUMENTACION: La navegación para la búsqueda de la información es en base a botones, los cuales nos indicaran donde esta lo que buscamos, por ejemplo en el caso de “CONTRATO” nos remitirá al documento de Word correspondiente, así como las “ESTIMACIONES” remitiéndonos a un documento de Excel.



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H

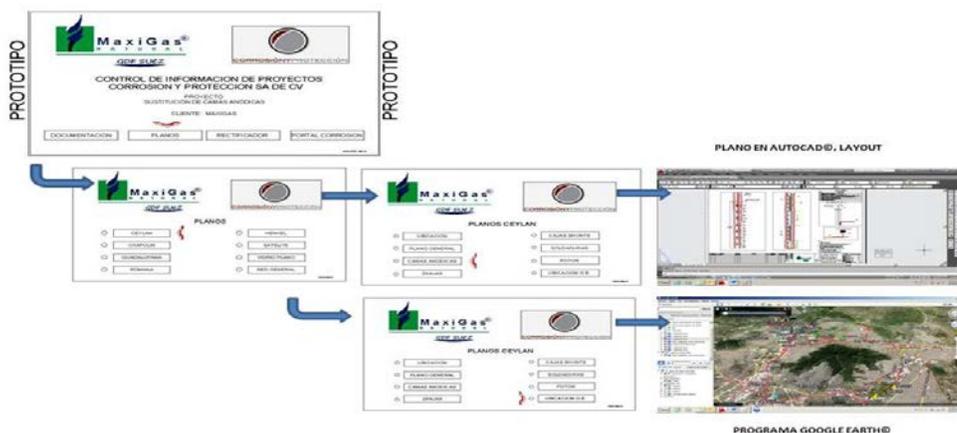
La navegación continua conectándonos a los distintos documentos en sus formatos originales como el de “BITACORA” que nos manda a un documento de

Acrobat PDF, así como aplicaciones de los programas como es el botón de “CONTACTOS” el cual es una agenda en Excel que al seleccionar el contacto nos refiere al Outlook ya para enviar el mensaje deseado al destinatario elegido.



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H

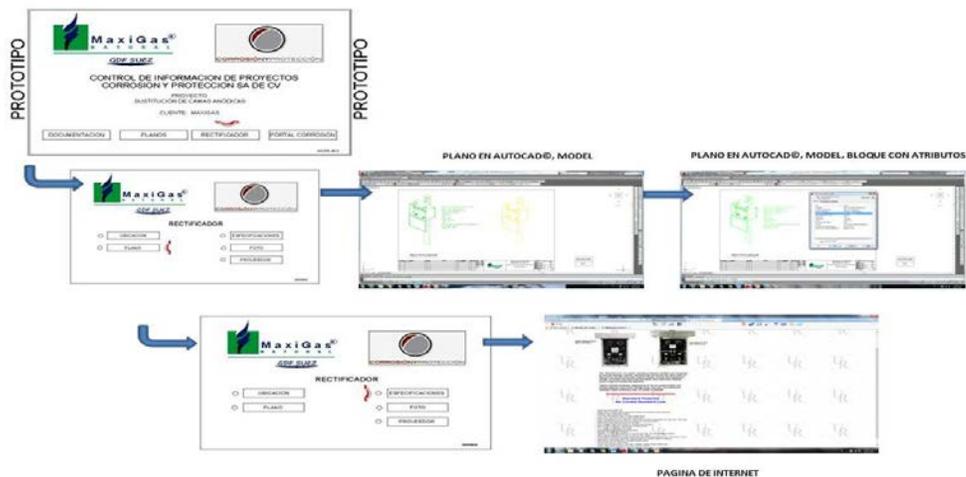
PLANOS: La navegación puede conectarse a internet como el botón de “UBICACIÓN” el cual nos comunica via internet con aplicaciones como el Google Map el cual con sus herramientas de ubicación sirve perfecto para este propósito, La navegación nos llevara de manera ordenada a todos los planos realizados según su ubicación de los trabajos, ya sea en su formato de Autocad o en Acrobat PDF, la información podrá ser impresa en su formato original.



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H.

La manera como se requiere que se vea la información es como aparecerá en pantalla si el usuario requiere o necesita modificar esta información deberá estar autorizado para realizar estos cambios.

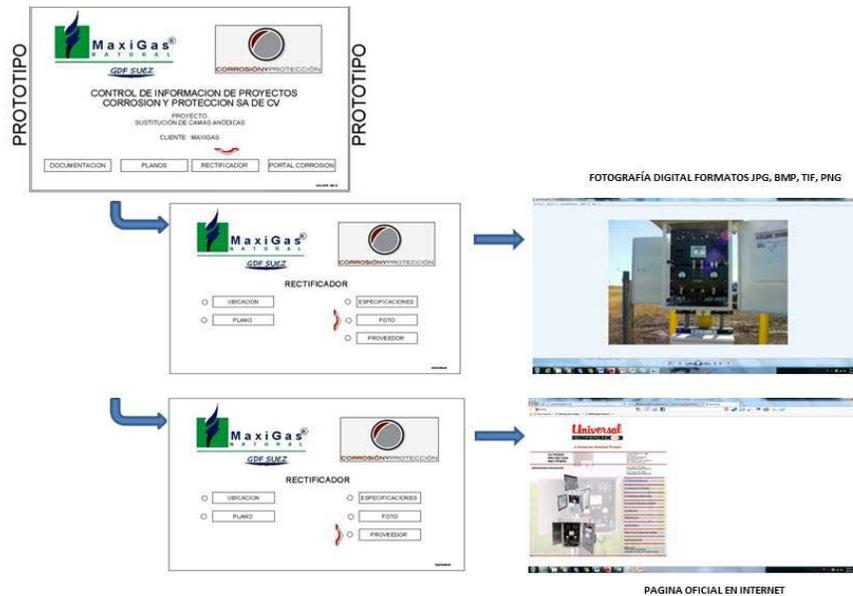
También la navegación se conecta con programas que interactúan vía internet como es el caso de Google Earth en el botón de “RED GENERAL”



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H.

La navegación permite también acceder a la información que tienen los bloques con atributos en los planos de autocad los cuales es una de las razones principales por las que se decidió tomar este programa como base de este prototipo, al hacer doble click en el dibujo que representa el “RECTIFICADOR” por ejemplo despliega toda la serie de características de este equipo como son: número de serie, voltaje, número de fases, enfriamiento, proveedor, contacto para mantenimiento, ultimo mantenimiento entre otras características.

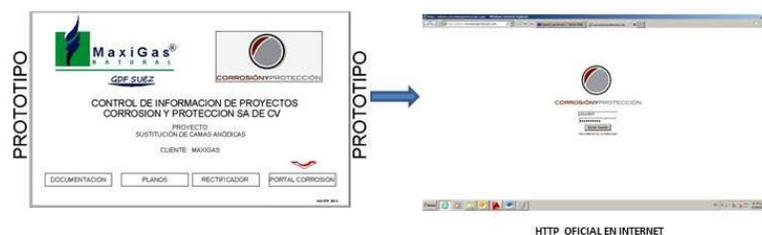
Así mismo la navegación nos puede llevar directamente a las especificaciones del mismo proveedor para evitar confusiones via internet con el botón “ESPECIFICACIONES”



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H.

Así mismo para dar una idea más clara de las piezas de equipo con las que se está trabajando se cuenta con “FOTOS” las cuales se pueden soportar en sus distintas extensiones jpg, bmp, tif, tif, png.

Cuenta también con un acceso a la página oficial del proveedor del producto para sacar información actualizada de sus distribuidores más cercanos, para pedir refacciones, hacer efectiva una garantía, etc.



Pantallas prototipo / Baruch Martínez H.

Por último se cuenta con una liga “PORTAL CORROSION” la cual lleva directamente vía internet con el portal oficial de la compañía, en el cual se reportan

las horas hombre, se solicitan viáticos, se realizan órdenes de compra, etc. Y abarca todo el lado administrativo de la compañía

SEGURIDAD

La seguridad de la información es muy importante por lo que desde un inicio se accede por contraseña, así mismo dependiendo del usuario podrá acceder o no a toda la información, la seguridad se da directamente desde el servidor.

CONCLUSIONES:

Se puede concluir que el sistema controla la información almacenada en el prototipo, el cual puede ser alimentada, consultada con éxito, sin embargo por parte del área de administración se solicita para el siguiente prototipo que se pueda incluir desde la parte previa del proyecto como son: las órdenes de compra de los materiales, así como quien las autoriza, el costo de horas hombre del proyecto, equipamiento que intervino, etc. Por lo que el siguiente prototipo estará desarrollando más la parte administrativa.

Sin embargo fue un éxito en la parte de ingeniería donde se tiene toda la información necesaria de consulta del proyecto así como todos los elementos para poder dar mantenimiento preventivo y correctivo a la nueva instalación.

REFERENCIAS:

- ❖ Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations (McGraw-Hill Construction Series)
Autor: Willem Kymmell
- ❖ Integrated practice in architecture mastering design build fast track and BIM
- ❖ Elvin George, Ed. Wiley / 2007, NA 1996es.845, Isbn 0471998495
- ❖ The green building bottom line, the real cost of sustainable building
- ❖ Martin melaver , Phyllis Mueller, Ed McGraw Hill / 2009, Th 880 g 7.43, Isbn 978-0-07-159921-4
- ❖ Artículo de internet bajado el 12ago2013
- ❖ 5D BIM Explicación Por Mac Muzvimwe on 20 Sep 2011
- ❖ <http://www.fgould.com/uk-europe/articles/5d-bim-explained/>
- ❖ Artículo de internet bajado el 12ago2013
- ❖ H.J. High Construction
- ❖ Six Dimensional Building Information Modeling
- ❖ <http://www.hjhigh.com/news-and-media/market-trends/six-dimensional-building-information-modeling/>
- ❖ Por: Doug Storer, Diciembre 2012
- ❖ <http://www.autodesk.mx/adsk/servlet/index?id=11225261&siteID=1002155>
- ❖ <http://www.corrosionyproteccion.com/>
- ❖ <http://admin.corrosionyproteccion.com/>
- ❖ <http://universalrectifiers.com/>
- ❖ <http://www.maxigasnatural.com.mx/>
- ❖ <http://www.corrosionyproteccion.com/documento04.pdf>

ACERCA DEL AUTOR

El Maestro en Arquitectura Baruch Ángel Martínez Herrera estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Autónoma Metropolitana plantel Azcapotzálco (1994). Posteriormente se graduó como Maestro en Arquitectura en la Universidad Autónoma de México (2003) con el tema "Prospectiva Arquitectónica", actualmente desarrolla el Doctorado en nuevas tecnologías en la Universidad Autónoma Metropolitana plantel Azcapotzálco, con la tesis "Control de Información por Medios Gráficos". En la práctica profesional ha participado en proyectos como la remodelación del Palacio de Lecumberri (actual Archivo General de la Nación), gerencia de proyecto para Terminal B del Aeropuerto Internacional de Monterrey, supervisión de los trabajos del edificio Polivalente en Palacio Nacional, entre otros, actualmente participa en el proyecto del Macrolaboratorio de Corrosión en Xochitepec Morelos.

CAUSAS DE FALLAS CONSTRUCTIVAS PRESENTADAS EN PROYECTOS VIVIENDAS

Selene A. Audeves-Pérez (expositor)

Rómel G. Solís-Carcaño

Sergio O. Álvarez-Romero

Abelardo Martínez-Álvarez

Universidad de Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Facultad de ingeniería, Departamento de Construcción

selene.audeves@uady.mx

tulich@uady.mx

aromero@uady.mx

abelardo.martinez@uady.com.mx

“CAUSAS DE FALLAS CONSTRUCTIVAS PRESENTADAS EN PROYECTOS VIVIENDAS”.

RESUMEN

Actualmente existen prácticas como el estudio de las necesidades de calidad de los clientes, revisión del diseño de la vivienda, pruebas del producto, análisis de quejas, entre otros, que son utilizadas para elevar la calidad de las viviendas, pero que no han sido del todo satisfactorias, ya que la mayoría de las empresas en el ramo de vivienda de construcción masiva, no le prestan la debida importancia a la mejora de prácticas para el incremento de la calidad. Ante lo anterior, se siguen presentando fallas de construcción en una tasa creciente ocasionando, lesiones y pérdidas financieras a diferentes involucrados en la industria de la construcción. En este trabajo se presenta la investigación realizada en la ciudad de Mérida, México, cuyo objetivo principal fue diagnosticar las causas técnico- administrativas que inciden en la manifestación de fallas recurrentes durante la construcción masiva de viviendas. Los resultados obtenidos mostraron que las causas más representativas que incidieron en la manifestación de fallas durante la construcción de las viviendas estudiadas, caen en las áreas de organización y supervisión de manera que se recomienda que estas dos áreas deban ser atendidas, para reducir la incidencia de las fallas en próximos desarrollos de viviendas por realizarse.

PALABRAS CLAVE

Construcción, fallas, vivienda

INTRODUCCIÓN:

El logro de la calidad requiere del desempeño de una amplia variedad de actividades identificadas, esto se acentúa más en el ámbito de la construcción ya que dentro de este sector, se localizan numerosos procesos que dificultan la implementación de un sistema eficiente.

Actualmente existen prácticas como el estudio de las necesidades de calidad de los clientes, revisión del diseño de la vivienda, pruebas del producto, análisis de quejas, entre otros, que son utilizadas para elevar la calidad de las viviendas durante la ejecución de los trabajos de construcción, pero que no han sido del todo satisfactorias, ya que la mayoría de las empresas en el ramo de vivienda de construcción masiva, no le prestan la debida importancia a la mejora de prácticas para el incremento de la calidad.

Lo anterior trae como consecuencia que las fallas de construcción continúen presentándose en una tasa creciente ocasionando lesiones y pérdidas financieras a diferentes involucrados en la industria de la construcción. (Ortega, Bisgaard, Total Quality Management, 2000).

En un estudio (Yates, Lockley, Journal of Construction Engineering and Management, 2002) se establece que las causas de las fallas constructivas incurren en cinco áreas generales:

- Deficiencias de diseño.
- Deficiencias de construcción.
- Deficiencias en los materiales utilizados.
- Deficiencias administrativas.
- Deficiencias en mantenimiento.

Tomando en consideración que existe un aumento en la tasa de ocurrencia en la aparición de fallas de construcción, algunas de las razones para estudiarlas son:

- Cada falla provee información que puede ser usada para prevenir fallas similares.
- La investigación sistemática de patrones de fallas en construcción proporciona retroalimentación para el avance de la ciencia en la construcción, mejorando la práctica en ella y los reglamentos de edificación.
- Estudios detallados de fallas de construcción ayudan a identificar errores para no ser cometidos de nueva cuenta.

El aprender de las fallas de construcción a menudo toma lugar a nivel individual o a nivel de empresa, donde las lecciones asimiladas de las fallas de construcción no son usualmente intercambiadas entre las distintas empresas, por lo muchas de ellas son constantemente repetida (Ortega, Bisgaard, Total Quality Management, 2000).

Para llevar a cabo el aprendizaje, Yates y Lockley (Journal of Construction Engineering and Management, 2002) establecen que existen demasiados recursos de información acerca de cuáles son los tipos de fallas de construcción, pero puntualizan que hay limitación en encontrar información sobre técnicas de investigación de fallas de construcción que permitan obtener las causas que generan su aparición.

En un estudio elaborado por Chan (Tesis de maestría UADY, 2006) se determinó que fallas y con qué frecuencia se presentan éstas en las viviendas de construcción masiva en la Ciudad de Mérida, Yucatán; este estudio tiene además como fin adicional, el ser una guía de estudios posteriores que permitan conocer las causas de estos problemas y evitarlos en futuros desarrollos de vivienda de construcción masiva, ayudando a distintos involucrados como son las empresas constructoras, instituciones de crédito y los propietarios de las viviendas.

El poseer y habitar una vivienda es una meta que muchas familias en nuestro país y en nuestra localidad desean llevar a cabo a partir de la gran oferta de viviendas de construcción masiva que existe por parte de distintos desarrolladores enfocados en este sector de la industria de la construcción. Sin embargo, y principalmente para aquellas familias de bajos ingresos que tienen acceso a créditos de viviendas de interés social o económico, se encuentran con una situación incómoda al habitar su patrimonio, al encontrar la presencia de fallas en diferentes componentes que conforman a la vivienda. Ante esto, y partiendo de los resultados obtenidos en otro estudio acerca del tipo y frecuencia de ocurrencia de las fallas más comunes, se desarrolló la presente investigación, cuyo objetivo principal fue diagnosticar las causas técnico- administrativas que inciden en la manifestación de fallas recurrentes durante la construcción masiva de viviendas en la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló mediante un estudio de caso, en donde no se pretendió tener ningún tipo de control sobre los eventos que se desarrollaron, sino simplemente tomar la información más importante tal y como sucede en la realidad con la intención de alcanzar el objetivo de esta investigación a través de observaciones directas durante la fase de construcción de las viviendas. (Yin, SAGE Publications, 1994)

Esta investigación es del tipo descriptivo, cuya intención es conocer las características de los problemas que afectan a una entidad, de manera que es importante recoger evidencias que ayuden a identificar los síntomas de esos problemas a través del conocimiento de los procesos involucrados y así buscar puntos de mejora.

La unidad de análisis fue un desarrollo de viviendas de construcción masiva de tipo económico que estuviera en la etapa de construcción, en donde se pudieran realizar observaciones directas a la forma en cómo se llevan a cabo las tareas involucradas durante la edificación de las viviendas; así como también observar las interrelaciones que existen entre el personal de campo y el de la empresa constructora. La decisión de seleccionar viviendas de tipo económico se basa en el estudio presentado por Chan (Tesis de maestría UADY, 2006), en el cual se reportó que del total de fallas encontradas en las viviendas, el 66 % se presentan en viviendas del tipo económico y el 34 % restante en viviendas del tipo medio – residencial.

A partir de los resultados del estudio de Chan (Tesis de maestría UADY, 2006) quien identificó las fallas de calidad más comunes que se presentan en las viviendas de construcción masiva en la Ciudad de Mérida, Yucatán que causan insatisfacción del cliente, se determinaron, utilizando la técnica de Pareto, las fallas representativas por investigar en campo las cuales se agruparon en diferentes etapas constructivas que conforman la vivienda, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Fallas representativas por investigar en campo.

| Fallas representativas | Fallas representativas |
|--|---|
| Acabado exterior(AE) | Humedades(H) |
| Instalaciones visibles por deficiencia de acabado. | Humedad en techos. |
| Partes de la vivienda sin acabado. | Humedad en muros. |
| Acabado desnivelado o con abultamientos de material. | Humedad por filtraciones en azotea |
| Acabado interior(AI) | Instalación hidráulica(IH) |
| Bloques visibles debajo de acabado. | Fugas en tuberías. |
| Acabado desnivelado o con abultamientos de material. | Goteras en llaves. |
| Partes de la vivienda sin acabado. | Baja presión de agua en llaves y regaderas. |
| Aluminio y vidrio(AL) | Instalación sanitaria(IS) |
| Ventanas desajustadas. | Fugas en tubería. |
| Filtraciones de agua en ventanas. | Registro con fuga de olores. |
| Ventanas difíciles de operar. | Marcos y puertas(MP) |
| Operadores que no funcionan correctamente. | Cerraduras descompuestas. |
| Baños(B) | Puertas desajustadas. |
| Fugas en muebles de baño. | Obra exterior(OE) |
| Malos olores en cifas. | Terreno mal terraceado. |
| Cocina(C) | Banqueta sin acabado o defectuoso. |
| Tarja mal colocada o floja. | Pintura(P) |
| Losetas de meseta levantadas. | Falta de pintura en alguna sección. |
| Meseta con empotramiento deficiente. | Decoloración de pintura. |
| Grietas(G) | Pisos(PI) |
| Grietas acabado en muros. | Acumulamiento de agua en pisos. |
| Grietas estructurales. | Pisos levantados en vivienda. |
| Grietas acabado en plafones. | Hundimiento de pisos. |
| | Pisos de diferentes tonos. |

A partir del estudio de Bojórquez (Tesis de Maestría UADY, 2001), se extrajo información de procesos, tareas y procedimientos que se llevan a cabo en obra para realizar la construcción de las viviendas, para después ligarla a las fallas representativas por estudiar; el resultado de esta actividad permitió obtener una serie de tareas de ejecución donde se identificaron los puntos críticos que deben tomarse en consideración para no generar una falla.

Con la información obtenida anteriormente se inició la investigación en campo, donde se seleccionaron de manera arbitraria 15 viviendas a observar de un total de 46, la recolección de datos se obtuvo a partir de la observación de la ejecución de diferentes tareas ligadas con las fallas representativas determinadas anteriormente, y de corroborar si los puntos críticos eran realizados de acuerdo a

procedimiento, donde para cada tarea se hicieron entre 9 y 17 observaciones, la variación en el número de observaciones obedeció a la disposición de que en el periodo de observación se estuvieran llevando a cabo las tareas.

Los datos obtenidos a partir de las observaciones realizadas, se concentraron en una serie de tablas divididas para cada una de las fallas contempladas en esta investigación, dichas tablas contienen las causas que inciden en la ocurrencia de las fallas, así como la frecuencia y clasificación de las mismas.

Para la clasificación de las causas, se definieron 5 áreas a las cuales se les atribuyó el origen de las fallas:

Diseño.- Conceptos de la vivienda encontrados en planos y presupuesto que presentan poca constructabilidad al ser ejecutados en obra o vulnerables ante la ejecución de otras actividades.

Especificación.- Especificaciones ambiguas o falta de especificaciones que generan confusión sobre la calidad de los materiales utilizados en obra y en la forma de ejecución de las actividades para los distintos grupos de personal obrero.

Mano de obra.- Empleo de personal de mano de obra no calificada para realizar los conceptos incluidos en el presupuesto de la vivienda.

Supervisión.- La falta de verificación, por parte de la residencia de obra, de puntos críticos de los procedimientos constructivos y trabajos terminados de acuerdo a especificaciones del proyecto.

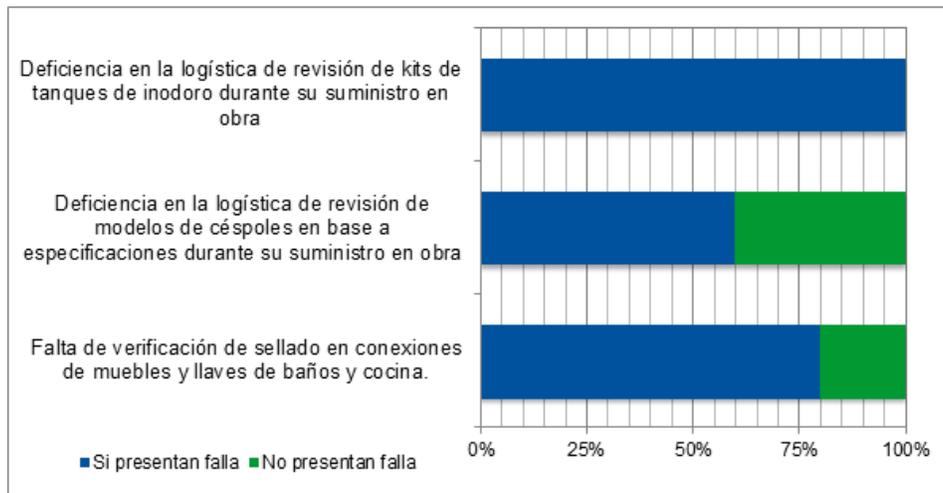
Organización.- Falta de comunicación constante y pertinente entre la residencia de obra y personal obrero que no permite realizar asignaciones y directrices adecuadas de ejecución de las actividades a los distintos grupos especializados para lograr su programación, seguimiento y verificación en obra.

Suministro de materiales, que no cumplen a lo establecido en especificaciones de proyecto que comprometen su duración y calidad o, con retraso en los puntos establecidos en el programa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el análisis de los datos recabados en campo con el fin de obtener gráficos que mostraran el porcentaje de incidencias respecto al número de observaciones de las causas que dan origen a una falla, en la Gráfica 1 se muestra un ejemplo de una de las fallas estudiadas correspondiente a “Fugas en muebles de baño”

Gráfica 1. Porcentaje de incidencia de las causas de la falla “Fugas en muebles de baño”.



Una vez terminado el análisis de cada una de las fallas, se realizaron los análisis correspondientes para cada una de las etapas constructivas que conforman las viviendas, esto con el fin de obtener la información concentrada por etapas acerca de la frecuencia de las causas de las fallas clasificadas por área, en la Gráfica 2 se muestra como ejemplo una de las 13 etapas (Acabado exterior), donde la supervisión emerge como el área donde inciden más causas de fallas.

Gráfica 2. Distribución de frecuencias de incidencia de las causas de fallas en la etapa “Acabado exterior”, clasificadas por área.



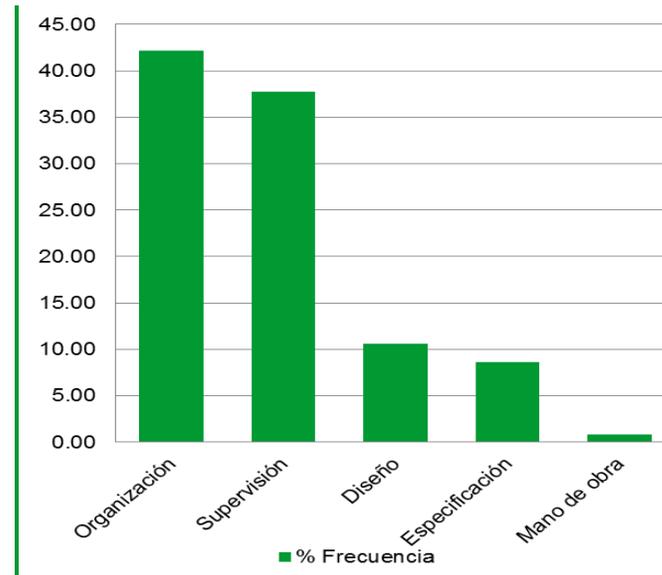
Los concentrados para cada una de las etapas se plasmaron en la Tabla 2, donde se indicaron las distribuciones de frecuencia de la incidencia de las causas de las fallas atribuibles a un área. Los datos de la Tabla 2 muestran, por ejemplo, que las causas de las fallas correspondientes a la etapa de instalaciones hidráulicas se le atribuyen principalmente a la organización (53%) y a la supervisión de los trabajos (20%).

Tabla 2. Distribución de frecuencia de la incidencia de las causas de las fallas.

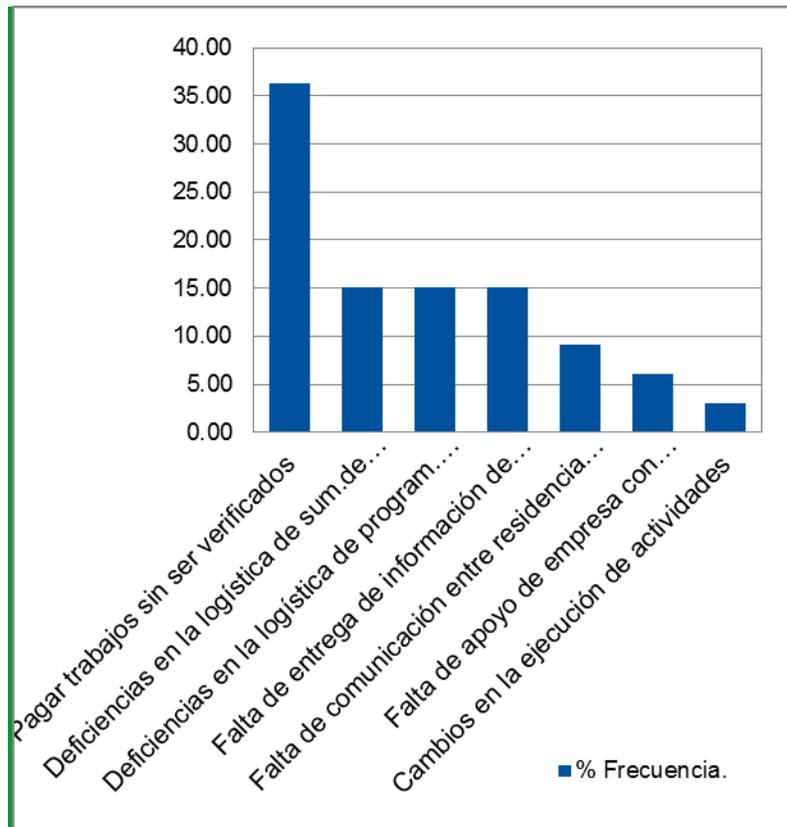
| Etapas | Clasificación y porcentaje de frecuencias de causas de fallas. | | | | | |
|------------------------|--|-------------|--------|----------------|--------------|-------|
| | Organización | Supervisión | Diseño | Especificación | Mano de obra | Total |
| Acabado exterior | 27% | 36% | 29% | 7% | | 100% |
| Acabado interior | 29% | 49% | 14% | 7% | | 100% |
| Aluminio y vidrio | 33% | 43% | | 24% | | 100% |
| Baños | 67% | 33% | | | | 100% |
| Cocina | 42% | 40% | 13% | 5% | | 100% |
| Grietas | 51% | 31% | 18% | | | 100% |
| Humedades | 50% | 31% | 9% | 9% | | 100% |
| Instalación hidráulica | 53% | 20% | 16% | 7% | 4% | 100% |
| Instalación sanitaria | 41% | 39% | 13% | | 8% | 100% |
| Marcos y puertas | 49% | 51% | | | | 100% |
| Obra exterior | 50% | 30% | | 20% | | 100% |
| Pintura | 40% | 40% | | 19% | | 100% |
| Pisos | 49% | 37% | 7% | 7% | | 100% |

Con los valores de frecuencias obtenidos para cada etapa se obtuvieron los resultados globales del estudio de caso en el cual se muestra que las incidencias de las causas de las fallas recae principalmente en el área de organización (42%), seguidamente del área de supervisión (38%), tal como se muestra en la Gráfica 3.

Gráfica 3. Distribuciones de frecuencia de incidencia de las causas de las falla divididas por áreas.



En el área de organización se concentra el mayor número de causas que inciden en la manifestación de fallas que contempló esta investigación, donde al hacerse una documentación de las causas clasificadas en esta área a través de todas las etapas que conforman a la vivienda, la más representativa resulta ser “pagar trabajos sin ser verificados” (36%) tal como se muestra en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Causas representativas en el área de organización.

El hecho de que en la empresa no existe un método aplicado en obra para que se verifiquen de acuerdo a especificaciones los resultados de las tareas y trabajos terminados antes de ser pagados, incide en que las empresas entregan al propietario viviendas con muchas deficiencias, lo que trae como consecuencia que se tenga que ejercer los trabajos de reparaciones correctivas, lo cual genera que se cubran deficiencias de organización, supervisión y del personal de mano de obra presentes durante la construcción de las viviendas.

Otra de las principales causas que se observan en la gráfica anterior resulta ser las deficiencias en la logística del suministro de materiales, lo cual corresponde a

la puesta en obra de materiales distintos a lo que establecen las especificaciones del proyecto o demoras en su suministro, donde dichos problemas tienen su origen desde la oficina central en los departamentos de compras, costos y presupuestación y construcción. Es importante que el personal de estos departamentos, establezcan mejores formas de comunicación y estrategias en la logística de suministro de materiales plasmadas en un programa aplicado a la duración de construcción del fraccionamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Las causas técnico-administrativas más representativas que incidieron en la manifestación de fallas durante la construcción de las viviendas estudiadas, caen en las áreas de organización y supervisión (42% y 38%, respectivamente) de manera que se recomienda que estas dos áreas deban ser atendidas, para reducir la incidencia de las fallas en próximos desarrollos de viviendas por realizarse.

La falta de un método en donde se verifiquen los trabajos antes de ser pagados, problemas en la logística del suministro de materiales y de la programación y seguimiento de actividades y, la falta de entrega de planos y especificaciones del proyecto a personal obrero para la ejecución de los trabajos, son las deficiencias principales que generan una organización deficiente que incide de manera fundamental, en la manifestación de las fallas que se presentan en las distintas etapas que componen una vivienda.

La falta de verificación en puntos críticos de los procedimientos de las tareas de ejecución y en la recepción de trabajos terminados, representan las principales deficiencias que generan que la falta de supervisión, por parte de la residencia de obra, incida de forma representativa en la manifestación de las fallas de las secciones de la vivienda.

Finalmente, se recomienda seguir ampliando el conocimiento en la organización del personal de construcción y en la supervisión de la ejecución de los proyectos de vivienda masiva ya que en esta investigación, resultaron ser las principales áreas en donde se encuentran las causas que inciden en la manifestación de fallas de las viviendas del fraccionamiento de estudio.

REFERENCIAS:

- ❖ Ortega I. y Bisgaard S., “Quality improvement in the Construction Industry: Three systematic approaches”, Total Quality Management, St Gallen, Switzerland, 2000, p 1–10.
- ❖ Yates J. K. y Lockley E., “Documenting and Analyzing Construction Failures”, Journal of Construction Engineering and Management, Reston, VA, 2002, p 8-17.
- ❖ Chan Dib J.A. “Fallas de calidad más comunes que se presentan en las viviendas de construcción masiva en la Ciudad de Mérida, Yucatán que causan insatisfacción del cliente”, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Yucatán, 2006, p 9, 10, 15, 17,19-23, 74,75.
- ❖ Yin R. K., “Case Study Methods. Design and Methods, Applied Social Research Methods Series”, SAGE Publications, USA, 1994, p 1-20.
- ❖ Bojórquez López J.A. “Diseño de una herramienta tecnológica basada en multimedia e internet, como complemento a los métodos tradicionales de capacitación de los residentes de obra en la construcción de viviendas de interés social”, Tesis de Maestría, 2001, p 61-156.

ACERCA DE LOS AUTORES

La M.I. Selene Aimée Audeves Pérez estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Sonora, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería Opción Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Actualmente es Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

El M.I. Rómel Gilberto Solís Carcaño estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Actualmente es Profesor Titular de tiempo completo de la Unidad de Posgrado e Investigación de la UADY.

El M.I. Sergio Omar Álvarez Romero estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en el Instituto Tecnológico de Durango, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería en la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. Actualmente es Profesor Titular de tiempo completo de la Unidad de Posgrado e Investigación de la UADY.

El M.I. Abelardo Martínez Álvarez estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería en la (UADY).



BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL USO DE TECNOLOGÍA Y CRITERIOS VERDES EN LA GESTIÓN DE OBRA.

Mtra. Isaura Elisa López Vivero

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

México D.F.

Dpto. de Procesos y Técnicas de Realización

ielv@correo.azc.uam.mx

diia_isauraelisa@yahoo.com

RESUMEN

La construcción es una de las actividades principales que indican el crecimiento económico de un país, ya que implica generación de infraestructura, empleos y se provee de materiales e insumos de otras industrias lo que genera movimiento de capitales e inversiones.

Sin embargo el producto de la construcción es un consumidor de recursos energéticos durante su tiempo de vida útil, por lo que la planeación del mismo basándose en tecnologías y criterios verdes de reutilización de recursos y optimización de energías es un panorama atractivo que puede lograrse por parte del constructor, no sólo por conciencia ecológica sino como un beneficio económico ofrecido por el gobierno y por la eficiencia en el consumo de la tecnología propuesta.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: Ecotecnología, economía, construcción. energías renovables.

INTRODUCCIÓN:

La irracionalidad en la explotación de recursos naturales nos ha llevado como humanidad a enfrentar diferentes escenarios de crisis, en distintos ámbitos: alimenticios, acuíferos, energéticos y consecuentemente económicos.

Dentro de las acciones que han propiciado estas crisis están las llevadas a cabo para la generación de energías a partir de recursos fósiles, que han sido sobreexplotadas y sobrevaloradas en los últimos dos siglos.

A este respecto el crecimiento demográfico y los modelos actuales de desarrollo, encaminados a la modernización y al mejoramiento de la calidad de vida, parecen tener que ser más compatibles con la idea de convivir armónicamente con nuestro entorno natural.

De ahí que se busquen nuevas formas de energías obtenidas a partir de fuentes renovables, las cuales por definición son aquellas que por su origen o naturaleza mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, ejemplos de ello son la energía solar en todas sus formas; la energía generada a partir del viento o eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía mareomotriz o de los océanos; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Se considera generación a la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía.

El manejo de estos tipos de energías han sido analizados y aplicados en diferentes países del mundo y han demostrado aportar múltiples beneficios a su entorno, sin embargo su costo aún es elevado para implementarse de manera permanente en el mercado de la construcción, por lo que su inserción en un proyecto debe gestionarse desde la concepción del mismo, fundamentando su uso en los beneficios económicos que ofrecen al usuario, ya sean éstos por parte de la tecnología en recuperación de capital por su eficiencia o por parte del gobierno

con beneficios fiscales, en el segundo caso podemos mencionar que de alguna forma respaldan la autonomía energética nacional.

México por su situación geográfica es afortunado en la existencia de todas estas fuentes de energía.

Cuadro 1. Energías Renovables

| Fuente de energía renovable | Origen primario de la energía | | | Nivel de desarrollo de las tecnologías | | | Aplicaciones | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|---|--|-------|--------------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| | Energía del sol ⁽¹⁾ | Calor de la corteza terrestre | Movimiento relativo de la luna y el sol | Tradicional | Nueva | En proceso de desarrollo | Electricidad | Calor ⁽²⁾ | Combustibles líquidos |
| Eólica | | | | | | | | | |
| Radiación solar | | | | | | | | | |
| Hidráulica | | | | | | | | | |
| Bioenergía | | | | | (3) | | | | |
| Geotermia | | | | | | (4) | | | |
| Olas | | | | | | | | | |
| Mareas | | | | | | | | | |
| Corrientes oceánicas | | | (5) | | | | | | |
| Otras energías oceánicas ⁽⁶⁾ | | | | | | | | | |

Documento Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México
SENER. 2009

Notas:

(1) La mayoría de las fuentes de energía tienen a la energía del sol como origen de forma indirecta. Por ejemplo, en el caso del viento, la radiación solar calienta masas de aire, lo que a su vez provoca su movimiento.

(2) Todas las fuentes renovables pueden ser utilizadas para generar electricidad, y a partir de ésta producir calor o energía para el transporte, pero aquí se muestran sólo aquellas fuentes que pueden tener estas aplicaciones de manera directa.

(3) La bioenergía se utiliza tradicionalmente como combustible desde hace milenios. Sin embargo, existen también tecnologías para su aprovechamiento para

generar electricidad o para la producción de biocombustibles, que son relativamente nuevas o que están en proceso de desarrollo.

(4) La geotermia se aprovecha tradicionalmente de varias maneras, y existen además tecnologías en desarrollo, tales como la de rocas secas y la geotermia submarina.

(5) Las corrientes oceánicas se deben a diversos factores: viento, diferencias en temperaturas, diferencias en salinidad, rotación de la tierra y mareas.

(6) Otras energías oceánicas incluye el gradiente térmico oceánico y el gradiente de concentración de sal (en desembocaduras de ríos).Márgenes:

Un término común escuchar en medios de comunicación y en la obtención de diversos productos y servicios es el de **Sustentabilidad**.

Este término nace en 1987 en la Asamblea de las Naciones Unidas en la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo en el Informe Brundtland, Estocolmo, denominado **“Nuestro Futuro Común”**. El **Informe Brundtland** enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sostenibilidad ambiental, realizado por la ex-primera ministra de Noruega Gro Harlem Brundtland, con analizando, criticando y replanteando las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. Conlleva un cambio muy importante en la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.

La definición de **Desarrollo Sustentable** se describiría posteriormente en el Principio No. 3 de la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992:

“Meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs”

"Es el desarrollo que permite cumplir con las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"

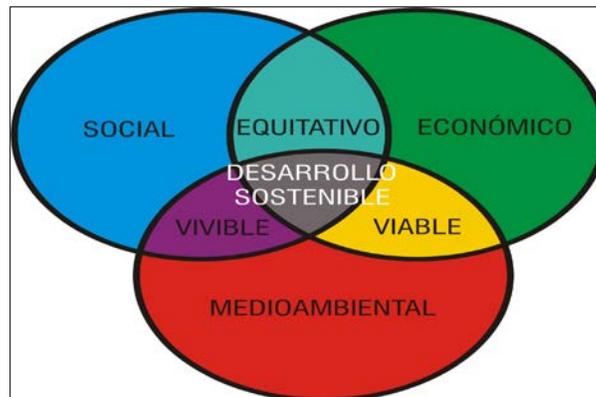
Hubo otros escenarios de discusión como el de la Agenda21⁴, Johannesburgo en 2002, los Protocolo de Kyoto, Conferencia de Copenhague, Conferencia Internacional sobre Cambio Climático en Cancún México, por mencionar algunos. Sin embargo aunque todas estas cumbres citaban los cambios climáticos como centrales, no dejaban de lado el planteamiento de las crisis energéticas, ya que se sabe que la demanda de energía se encuentra en rápido aumento, y si la satisfacción de la misma dependiera del consumo de recursos no renovables el ecosistema no sería capaz de resistirlo. Los problemas de calentamiento y acidificación son ya intolerables. Por eso son imperantes las medidas que hagan un mejor uso de la energía. La estructura energética del siglo veintiuno debe basarse en fuentes renovables o las estructuras económicas convencionales se colapsarán.

La definición de desarrollo sustentable alcanza presencia en nuestro país en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, el cual establece los criterios generales de la planeación del desarrollo en México, y que se efectúa a través de los planes sectoriales, los que a su vez plantean sus estrategias, objetivos y metas.

A este respecto el **Desarrollo Sustentable** involucró tres aspectos principales ya definidos a nivel mundial: ambiental, económico y social, el equilibrio entre éstos genera el desarrollo sostenible o sustentable.

⁴ La Agenda 21. Puede ser consultada, en su versión en castellano, en: [http://www.rolac.unep.mx/agenda21 / esp /ag211inde.htm](http://www.rolac.unep.mx/agenda21/esp/ag211inde.htm)

Gráfico 1. Esquema propuesto por el Banco Mundial de los tres pilares del Desarrollo Sustentable



www.conscienciaglobal.blogspot.com

Alcanzar el **Desarrollo Sustentable** no es una tarea fácil, se ven implicados muchos intereses particulares de los cuáles hay que considerar por lo menos las siguientes características:

“Crecimiento económico, aumento de la calidad de vida de las poblaciones, lo que implica una mejor distribución de la riqueza, explotación y uso racional de los recursos naturales, democracia, justicia ambiental, y un sistema de cooperación internacional más justo y equitativo”.

Según un documento publicado por Instituto Nacional para la Administración Pública denominado **“El Desarrollo Sustentable: Nuevo Paradigma para la Administración Pública”** de Cornelio Rojas Orozco, en México, las políticas ecológicas y, más recientemente las ambientales, no cuentan todavía con experiencia acumulada suficiente. En los años 70-80 la política ambiental transitó de una orientación meramente sanitaria, como respuesta a la contaminación del

aire en las grandes ciudades, de los cuerpos de agua y de los suelos, hacia un más amplio enfoque social y de protección del equilibrio ecológico.

Es muy compleja la articulación de una estrategia de desarrollo sustentable. Esta sólo puede alcanzarse a través de un proceso de reformas económicas y sociales, sobre revisión de las relaciones Estado-sociedad con una intervención protagónica de los ciudadanos y sus organizaciones, cambios institucionales y culturales que conformen un nuevo marco de valores y conductas para soportar las tensiones que, sin duda, provocará la revisión de nuestro modo de vida para evitar una catástrofe ambiental generalizada.

La idea de que México está en el umbral de una política de desarrollo sustentable no parece aún realista, sobre todo a la luz del relativo estancamiento de la economía en los últimos años, de la creciente desigualdad social que prevalece y del descenso del PIB, además de los graves problemas de ajuste de las cuentas financieras externas y, por otro lado, de la carencia de perspectivas de empleo para un contingente laboral que aumenta constantemente.⁵

En los últimos años se ha presentado un intenso debate en el que se ha avanzado más en la acotación de elementos parciales de la idea del desarrollo sustentable que en su definición acabada. Si simplificáramos las necesidades básicas que ésta debe contener citaríamos: la cobertura de necesidades básicas en la generación actual, la capacidad natural para lograrlo, y la cobertura de necesidades de generaciones futuras. Los puntos relevantes en esta definición serían que:

1. El desarrollo sustentable sólo puede entenderse como un proceso.
2. Sus restricciones más importantes tienen relación con la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y el marco institucional.
3. Su cumplimiento supone crecimiento económico sobre todo en los países en desarrollo.

⁵ Rojas, O. Cornelio (2003) "El Desarrollo Sustentable: Nuevo Paradigma para la Administración Pública". INAP. Cuajimalpa, México, D.F. pp.30-53

4. El crecimiento debe enfatizar sus aspectos cualitativos, principalmente los relacionados con la equidad, el uso de recursos -en particular la energía-, y la generación de desechos y contaminantes.
5. El énfasis del desarrollo debe colocarse en la superación de los déficit sociales en necesidades básicas.
6. Hay que realizar más esfuerzos por estabilizar la población en el mundo y de distribuirla mejor.
7. Se requiere modificar patrones de producción y consumo sobre todo en países desarrollados para poder mantener y aumentar los recursos base, sobre todo los agrícolas, energéticos, bióticos, minerales, aire y agua.
8. El factor crítico de la estrategia reside en la reorientación tecnológica, sobre todo para atenuar el impacto sobre recursos y controlar los riesgos ambientales, y
9. Es necesario rediseñar políticas, instituciones y normatividad para realizar el desarrollo sustentable.

La ideología del desarrollo sustentable dice que en el planeta "no existen crisis separadas: una crisis ecológica, una crisis del desarrollo o de la energía, todas ellas son una sola. Los desafíos son a la vez interdependientes e integrados y reclaman un tratamiento global y la participación popular.⁶"

Sin embargo, en términos de una instrumentación de acciones de una administración pública del ambiente, el pensar globalmente y actuar localmente se torna uno de los grandes paradigmas de nuestro tiempo.⁷

El modelo de desarrollo propuesto para los mexicanos del siglo XXI adoptaba a la sustentabilidad como uno de los principios rectores del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006, continuando en 2007-2012 en conjunto con una

⁶ Comisión Mundial de Desarrollo y Medio Ambiente, *OurCommon...*, op.cit, pp 4 y 9.

⁷ López Ramírez, Alfonso y Pedro F. Hernández (coord.) *Sociedad y medio ambiente. Contribuciones a la sociología ambiental*, Edit. Asociación Latino Americana de sociología-UAP. México

Estrategia Nacional de Energía de 2012-2026, promoviendo la participación social en la toma de decisiones, identificando los recursos naturales claves, el agua y los bosques, como asuntos de seguridad nacional, proponer la valoración económica y social de los recursos naturales, exigir la aplicación de la legislación ambiental sin excepción, y ubicando el tema del desarrollo sustentable donde siempre debió haberse ubicado: en la agenda económica de la Nación.

México inicia con esta acción lo que podría ser una etapa de consolidación de una política ambiental efectiva pudiendo introducir cambios para estimular el desarrollo sustentable.

La creación de instrumentos económicos atractivos que se relacionen directamente con políticas ambientales presentan ventajas como:

1. Llevan al cumplimiento de objetivos ambientales a un costo social mínimo.
2. Dan flexibilidad a los agentes económicos en la toma de decisiones.
3. Reconocen y aprovechan las diferentes estructuras de costos incrementales que enfrentan distintas empresas, procesos y tecnologías.
4. Promueven la innovación tecnológica y la minimización de impactos ambientales.
5. Pueden significar un mecanismo automático para el financiamiento de la infraestructura, operación de sistemas y manejo de recursos comunes ambientales.
6. Pueden generar, ingresos fiscales que apoyen programas de protección ambiental.
7. Generalmente, implican bajos costos administrativos o de transacción, aprovechando las instituciones existentes, sin la necesidad de crear nuevas burocracias.⁸

Siendo urgente la difusión y uso de normas técnicas voluntarias relativas al ahorro- de insumos básicos tales como agua, combustible y energía, adquisición de la tecnología pertinente, etcétera, se apoya el financiamiento de la banca de desarrollo nacional para proyectos tecnológicamente sustentables.

⁸ SHCP, SEMARNAT, Secretaría de Economía.

Por otro lado activar las acciones depende de incorporar a las empresas y a la sociedad civil con su rico acervo económico y cultural. El reto es cómo lograr que todos contribuyamos equitativa y efectivamente al bienestar mundial, que los compromisos se cumplan, que las instituciones se actualicen y democratizen y que sea un parteaguas en el desarrollo sustentable el futuro del multilateralismo.⁹

Este saber ambiental, crítico y propositivo, entrelazado de un conjunto de prácticas discursivas ha promovido una serie de cambios institucionales en el orden económico mundial, comportamientos de agentes económicos y actores sociales, transformaciones del conocimiento teórico y práctico; el nuevo discurso sobre el cambio global y un nuevo modelo de desarrollo mundial; la innovación de tecnologías "limpias" y criterios verdes, adecuados y apropiados para el uso sustentable de los recursos naturales; la recuperación y mejoramiento de las prácticas tradicionales de construcción (ecológicamente adaptadas) de uso de los recursos para la autogestión comunitaria; el marco jurídico de los nuevos derechos ambientales, de la normatividad ecológica internacional y de la legislación nacional en materia ecológica en el campo de las políticas ambientales, la organización de un movimiento ecologista sustentado en los principios del ambientalismo; la internalización de la dimensión ambiental en los paradigmas del conocimiento, en los contenidos curriculares y en las prácticas pedagógicas. Dicho entorno sensibiliza acerca de la emergencia de nuevas disciplinas ambientales.¹⁰

En esta línea de acción se ha trabajado en el Gobierno Federal iniciativas de la llamada **Economía Verde**, que contempla acciones del gobierno sobre el sector económico en actividades clave, como son: Tecnologías limpias, energías renovables, transporte verde (eléctrico), manejo de residuos, edificación verde (hipotecas verdes), agricultura y silvicultura sustentables, pesquerías sustentables y manejo sustentable del agua (tratamiento y distribución).

⁹ De María y Campos Mauricio. (2002). La cumbre de Johannesburgo: un nuevo multilateralismo. "El Financiero", México 2 de septiembre,.

¹⁰ Leff, E. (comp.) (1994), Ciencias Sociales y Formación Ambiental, Gedisa, Barcelona

Gráfico 2. Economía verde



[www.semarnat.gob.mx/.../Hacia una Economía Verde Municipal 181011](http://www.semarnat.gob.mx/.../Hacia una Economia Verde Municipal 181011)

La estrategia de equilibrio entre intereses económicos y políticos con sociales y ambientales y en donde el factor humano y los recursos naturales adquieren un status primordial en una administración pública para el desarrollo sustentable fue la Gestión Ambiental Municipal, considerando al municipio como la célula de la configuración nacional, entonces con el estímulo a los municipios se les apoyaría en acciones como: Creación de rellenos sanitarios, aprovechamiento de biogás, cobertura forestal, alumbrado público, agua potable, drenaje y saneamiento y recuperación de áreas verdes, todo encaminado a un beneficio económico a largo plazo de las condiciones actuales de su territorio.

Gráfico 3. Economía verde y los municipios

www.semarnat.gob.mx/.../Hacia una Economia Verde Municipal 181011

El beneficio económico promovido por los Gobiernos en el uso de las llamadas medidas de sustentabilidad contempla diversas acciones, que van desde el uso de tecnologías y criterios denominados verdes (ecotecnologías y análisis de sitio a partir de la Arquitectura Bioclimática), aplicación de criterios de redensificación vegetal en inmuebles, concesión por comodato de zonas afectadas por contaminación, otorgamiento de créditos hipotecarios con bonos para obtención de tecnologías ahorradoras, entre otros; además de aplicarse a sectores de vivienda, comercio, infraestructura e industria.

La aplicación en la obra de estos recursos no es muy accesible para el pequeño o mediano constructor, ya que los convenios manejados por el gobierno se enfocan a inversiones importantes y grandes volúmenes de construcción. Sin embargo el análisis de los recursos naturales aprovechables para el proyecto y los criterios al

momento de gestionar la obra están presentes desde la concepción del mismo , lo que ofrece al constructor una ventaja sobre la tecnología verde a la que no tiene acceso tan fácilmente. Una adecuada orientación, una planeación de la ventilación e iluminación naturales, un uso racional de recursos como el agua y la vegetación, ofrecerán de manera inmediata beneficios económicos al usuario y a la construcción que cualquier programa gubernamental apreciaría.

La ecotecnologías no sólo deberían estar en el mercado nacional de manera libre, sino que también tendrían que ser de un costo accesible para la mayoría de la población con la esperanza de ir propiciando cambios de mentalidad en el consumo y en los estilos de vida, generando realmente comportamientos sociales innovadores ante la conciencia energética.

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Existen una diversidad de programas que promueve el gobierno federal con incentivos económicos por la adquisición de ecotecnologías y sistemas de eficiencia energética, entre éstos programas se pueden mencionar:

1. Interconexión con la CFE
2. INFONAVIT. Hipoteca verde.
3. Garantías FIDE
4. CONAGUA Programa Incentivos para la Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales.

A continuación se citan ejemplos de beneficios económicos en diferentes ámbitos:

En el Distrito Federal se otorga el estímulo fiscal de un descuento en el pago del predial, si se cuenta con áreas verdes en el domicilio. Las comisiones unidas de Hacienda y de Preservación del Medio Ambiente de la Asamblea Legislativa del

Distrito Federal (ALDF) aprobaron descuentos de hasta 25 por ciento en el pago del impuesto predial a quienes instalen espacios verdes en sus domicilios.

Se designan beneficiados de dicha deducción quienes cuenten en sus inmuebles con árboles adultos y vivos o áreas verdes no arboladas en su superficie, siempre y cuando ocupen **cuando menos la tercera parte de la superficie de los predios.**

Los árboles adultos y vivos, deberán sembrados en la tierra y no en macetas, macetones u otros recipientes similares además de recibir el mantenimiento necesario, de acuerdo con la normatividad ambiental.

Quienes realicen la saturación del techo de su casa habitación, de acuerdo con la norma ambiental, recibirán el 10% del descuento en el pago de su predial.

Los descuentos se aplicarán a los contribuyentes que presenten la constancia respectiva expedida por la Secretaría del Medio Ambiente, con la que acrediten que su inmueble cuenta con la constancia de preservación ambiental.

Interconexión con la CFE

Ya no es necesario tener un banco de baterías para producir electricidad por medio de paneles solares en México. La CFE permite estar conectado a la red eléctrica y utilizar la electricidad que ofrece solo cuando tu sistema solar no está produciendo. Esto disminuye tu consumo considerablemente dependiendo de la capacidad de producción de tu sistema solar.

Existen incentivos fiscales para todo comprador de paneles solares, según la Ley del ISR Artículo 32 fracción XXVI, es posible deducir el 100% de la inversión inicial en un solo ejercicio fiscal beneficiando al contribuyente con hasta un 30% de ahorro en su compra de un sistema solar.

Gráfico 4. Incentivos CFE



<http://www.renovables.gob.mx/renovables/portal/Default.aspx?id=1660&lang=1>

INFONAVIT Hipoteca Verde

La Hipoteca Verde es un crédito INFONAVIT que cuenta con un monto adicional para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica y así obtener una mayor calidad de vida, generando ahorros en su gasto familiar mensual derivados las ecotecnologías que disminuyen los consumos de energía eléctrica, agua y gas; contribuyendo al uso eficiente y racional de los recursos naturales, y al cuidado del medio ambiente.

Gráfico 5. INFONAVIT Hipoteca Verde



<http://www.cmic.org/mnsectores/vivienda/2008/infonavit/hipotecaverde.htm>

Gráfico 6. Simulador de Hipoteca Verde



Simulador de Hipoteca Verde

Esta herramienta te permitirá conocer el ahorro mínimo mensual a cumplir de acuerdo a la capacidad de pago del solicitante de crédito, y elegir las ecotecnologías. Para ello debes proporcionar los siguientes datos:

| | | | |
|---------------------|--|--|--|
| Tipo de oferta: | <input checked="" type="radio"/> Derechohabiente del Infonavit | Salario mensual: | <input type="text" value="5400"/> |
| Prototipo vivienda: | <input type="text" value="CASA SOLA"/> | Edad: | <input type="text" value="DE 18 A 45 AÑOS"/> |
| Estado: | <input type="text" value="ESTADO DE MEXICO"/> | Por favor escribe la siguiente palabra tal como se muestra. | <input type="text" value="6b6w5"/> |
| Municipio: | <input type="text" value="ATIZAPAN DE ZARAGOZA"/> | Si no puedes visualizar los caracteres prueba con otra palabra | <input type="button" value="Enviar"/> |
| Zona bioclimática: | <input type="text" value="TEMPLADO"/> | Ahorro mínimo mensual a cumplir: | Monto aproximado para ecotecnologías: |



Simulador de Hipoteca Verde

Esta herramienta te permitirá conocer el ahorro mínimo mensual a cumplir de acuerdo a la capacidad de pago del solicitante de crédito, y elegir las ecotecnologías. Para ello debes proporcionar los siguientes datos:

| | | | |
|---------------------|--|--|---|
| Tipo de oferta: | <input checked="" type="radio"/> Derechohabiente del Infonavit | Salario mensual: | 5400 |
| Prototipo vivienda: | CASA SOLA | Edad: | DE 18 A 45 AÑOS |
| Estado: | ESTADO DE MEXICO | Por favor escribe la siguiente palabra tal como se muestra. | <input type="text" value="xdrpp"/> <input type="text" value="6b6w5"/> |
| Municipio: | ATZAPAN DE ZARAGOZA | Si no puedes visualizar los caracteres prueba con otra palabra | <input type="button" value="Enviar"/> |
| Zona bioclimática: | TEMPLADO | Ahorro mínimo mensual a cumplir: | \$ 215.00 |
| | | Monto aproximado para ecotecnologías: | \$ 19,687.04 |

<http://201.134.132.145:82/simuladorHVWeb/home/simulador.jspx?entrada=T>

Garantías FIDE

Este es un programa diseñado para apoyar al sector empresarial y productivo nacional mediante financiamientos preferenciales, para la sustitución de equipos obsoletos por aquellos de alta eficiencia aprobados por FIDE y, con esto, fomentar el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica y por consiguiente el ahorro económico. Con ello se pretende disminuir los costos de operación, el consumo agregado de energía eléctrica del país y generar un impacto positivo en el medio ambiente, al reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Instancias participantes en el Programa: Secretaría de Energía, Secretaría de Economía, Nacional Financiera, Comisión Federal de Electricidad y el FIDE.

Su fin es promover e inducir, con acciones y resultados, el uso eficiente de energía eléctrica, a través, de proyectos que permitan la vinculación entre la innovación tecnológica y el consumo de energía eléctrica, mediante la aplicación de tecnologías eficientes.

Estos proyectos están orientados al sector productivo, mediante el otorgamiento de asesoría y asistencia técnica -con y sin financiamiento-, para la modernización

de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, de tal forma que con el ahorro y la eficiencia energética se contribuya a la conservación de los recursos naturales no renovables, al aprovechamiento sustentable de la energía y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Estos proyectos permiten además desarrollar un mercado de consultoría y tecnologías de alta eficiencia, contribuyendo al crecimiento del empleo.¹¹

CONAGUA Programa Incentivos para la Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales

El objetivo de este programa es contribuir a mantener en operación los servicios de tratamiento de aguas residuales de origen municipal, para la población de zonas urbanas y rurales del país el programa dirige sus acciones a todo programa operador, que cuente con plantas de tratamiento de aguas residuales de origen municipal que manifieste su necesidad de apoyo para su operación.

El apoyo se otorgará conforme a la calidad del agua y volumen tratado por la planta de tratamiento, conforme la siguiente tabla. También se podrá otorgar un apoyo conforme al tamaño de la población servida.

Gráfico 7. Apoyos por Tratamiento de Aguas Residuales

| Calidad del agua en la descarga | Apoyo por M3 tratado | Tamaño de población servida | Apoyo por M3 tratado |
|---|----------------------|-------------------------------|----------------------|
| Igual o menor a una DBO5 de 30 mg/l y SST 40 mg/l | \$0.50 | Hasta 14,999 habitantes | \$0.10 |
| Igual o menor a una DBO5 de 150 mg/l y SST 150 mg/l | \$0.30 | De 15,000 a 50,000 habitantes | \$0.05 |
| Igual o menor a una DBO5 de 75 mg/l y SST 75 mg/l | \$0.40 | | |

<http://www.greensolutions2012.com.mx/pdfs/programasFederales.pdf>

¹¹ http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=121:proyectos-de-eficiencia-energetica-fide&catid=60:programas-de-ahorro&Itemid=219

CONCLUSIONES:

Los beneficios que encuentra la construcción en la adquisición de ecotecnologías es todavía a nivel industrial ya que la recuperación en la inversión inicial del aparato adquirido es más evidente ante un número elevado de unidades, es por ello que para las grandes constructoras los beneficios y convenios con INFONAVIT son atractivos y reales; en el caso de una residencia independiente en donde se instale un calentador solar para 4 servicios, no será tan evidente la recuperación hasta después de 5 a 6 años, aunque ahorre un 75% del consumo original de gas , no se diga en un sistema fotovoltaico de iluminación en donde el beneficio económico se percibirá hasta después de 12 años de uso, y aunque el tiempo sin duda influirá para que las ecotecnologías sean cada vez más accesibles a los usuarios particulares, el costo-beneficio de las mismas sólo se ve reflejado en volúmenes muy grandes de obra civil, residencial, comercial o de infraestructura.

Sin embargo se hacen avances paulatinos e inconcisos para no desanimar al constructor de la inversión sustentable , prueba de ello es que en la reciente adecuación a la Ley del ISR se menciona necesario mantener el beneficio de la deducción al 100% para la maquinaria y equipo utilizado en la generación de energía de fuentes renovables, toda vez que se juzga adecuado mantener el apoyo para este tipo de inversiones que generan efectos positivos directos e indirectos para la economía y la sociedad. En particular, se debe considerar que el fomento de las energías renovables ayuda a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, al tiempo que contribuye a la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, lo que genera un impacto positivo en materia de seguridad energética en el país. Por lo anterior, se propone adicionar a la Ley del Impuesto sobre la Renta cuya emisión se plantea, el supuesto que permita que las inversiones en maquinaria y equipo para la generación de energía de fuentes renovables sean deducibles al 100%.

A lo anterior sólo vale la pena remarcar que ...*”las normas ambientales de los países latinoamericanos exhiben limitaciones estructurales y técnico-jurídicas*

(Borrero 1994). Las primeras corresponden a los propios límites del derecho ambiental para modificar relaciones sociales, institucionales políticas y valores encarnados con sistemas insostenibles de intervención en la naturaleza. El derecho ambiental es chivo expiatorio de la paradoja ética de sociedades que promulgan normas de protección ambiental mientras perpetúan dispositivos tecnológicos y modos de producción generadores de deterioro y contaminación ambientales. En tales circunstancias la norma ambiental es mero artificio de "inflación legislativa" propiciado por la retórica gubernamental como estrategia política para soslayar el tratamiento de conflictos estructurales".

Gráfico 8. Aplicación de Calentadores Solares en Desarrollo Residencial



Foto de Marco Antonio Lemuz. SENER- GTZ

REFERENCIAS:

- ❖ Clarity. Calentadores solares de tubos al vacío. Ficha Técnica. 2013.
www.clarity.com.mx
- ❖ Comisión Mundial de Desarrollo y Medio Ambiente, OurCommon..., op.cit, pp 4 y 9.
- ❖ ECLAREON PV Grid Parity Monitor. PDF.2012
- ❖ Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable de México.SENER-GTZ 2009.
- ❖ Hacia una Economía Verde Municipal. SEMARNAT. 2011
- ❖ La Agenda 21: <http://www.rolac.unep.mx/agenda21/esp/ag211inde.htm>
- ❖ López Ramírez, Alfonso y Pedro F. Hernández (coord..) Sociedad y medio ambiente. Contribuciones a la sociología ambiental, Edit. Asociación Latino Americana de sociología-UAP. México.
- ❖ Rojas, O. Cornelio (2003) “El Desarrollo Sustentable: Nuevo Paradigma para la Administración Pública”. INAP. Cuajimalpa, México, D.F. pp.30-53
- ❖ www.infonavit.gob.mx
- ❖ www.semarnat.gob.mx
- ❖ www.sener.gob.mx

ACERCA DEL AUTOR

La Mtra. Isaura Elisa López Vivero estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Autónoma Metropolitana. Posteriormente se graduó como Maestra en Diseño Línea de Investigación Arquitectura Bioclimática por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. México D.F.

PLANEACIÓN, FINANCIAMIENTO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE HOSPITALES REGIONALES DE ALTA ESPECIALIDAD EN MÉXICO

Mtro. Luis Rocha Chiu

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

Departamento de Materiales

Área de Construcción

rcla@correo.azc.uam.mx

RESUMEN

En el mundo actual muchos países se están enfrentando a un cambio acelerado en su estructura poblacional, debido a un fenómeno llamado transición demográfica, proceso en el que se ve inmersa la población de un país que pasa de un perfil demográfico con población joven a otro de edades maduras y viejas. México no es ajeno a éste proceso, de hecho se prevé un envejecimiento poblacional acentuado a mediados del presente siglo. Este proceso está ocasionando cambios en el perfil epidemiológico nacional, ahora prevalecen mayormente las enfermedades crónico-degenerativas que requieren un sistema de salud especializado.

En respuesta a esta problemática el gobierno mexicano realizó cambios a la legislación en materia de salud pública, estableció el seguro popular, introdujo un nuevo modelo de atención a la salud que busca atender con mayor eficiencia y calidad los tres niveles de servicios existentes y está implementando nuevos mecanismos de participación con el sector privado para modernizar y construir la infraestructura física de apoyo a estos servicios hospitalarios.

En este trabajo se destaca la función del financiamiento en el diseño y construcción de los hospitales regionales de alta especialidad a través de la colaboración entre los sectores público y privado. Asimismo, como antecedente se presenta el diagnóstico demográfico y epidemiológico del país, el establecimiento del modelo integrador de atención a la salud, la elaboración del plan maestro de infraestructura física hospitalaria y la estructuración de la red de servicios de salud.

PALABRAS CLAVE

Palabras Diseño, construcción, financiamiento, hospitales, alta especialidad

INTRODUCCIÓN:

México se encuentra inmerso en un proceso de transición demográfica en el que su población ha pasado, en un lapso relativamente breve de tiempo, de ser mayoritariamente joven a otro en condiciones de madurez en la época actual, se prevé un envejecimiento poblacional acentuado a mediados del presente siglo. Este proceso está ocasionando cambios en el perfil epidemiológico nacional, ahora prevalecen mayormente las enfermedades crónico-degenerativas que requieren un sistema de salud especializado.

La respuesta del gobierno federal para resolver esta problemática es la reforma a la legislación en materia de salud pública y el establecimiento del seguro popular; la introducción de un nuevo modelo de atención a la salud que busca atender con mayor eficiencia y calidad los tres niveles de servicios existentes: el básico ambulatorio, la consulta externa y hospitalización, y la alta especialidad; y, la modernización y construcción de la infraestructura física de apoyo a estos servicios hospitalarios.

En este trabajo se analiza a través de un enfoque integral la evolución de la gestión organizativa del sector salud y la provisión de infraestructura física de apoyo del tercer nivel de servicio: los hospitales de alta especialidad. El diagnóstico general del sistema de salud del país se plantea a la luz del actual perfil epidemiológico, consecuencia de la transición demográfica; la planificación del sistema de salud se explica por medio de la instauración del modelo integrador de atención, la elaboración del plan maestro de infraestructura física hospitalaria y la estructuración de la red de servicios; la definición del modelo de gestión da origen al diseño arquitectónico tipo, a la construcción de la planta física y al procedimiento de operación de los hospitales regionales de alta especialidad. Finalmente, como elemento aglutinador para el desarrollo de este tipo de

infraestructura especializada se presenta el esquema de financiamiento mixto que incorpora la colaboración entre los sectores público y privado.

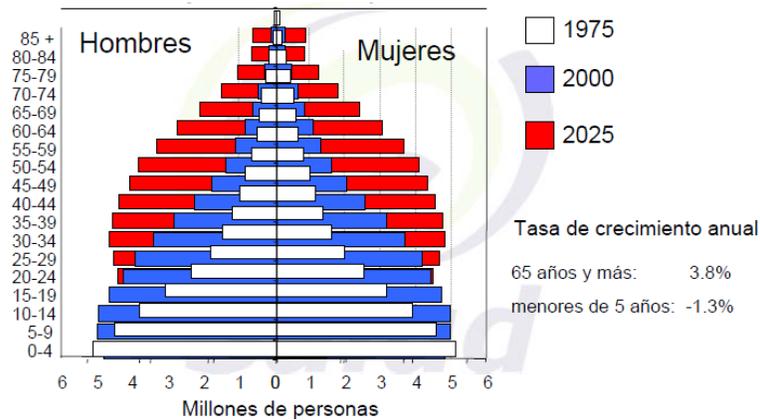
Diagnóstico del sistema de salud en México

En el mundo actual muchos países se están enfrentando a un cambio acelerado en su estructura poblacional, debido a un fenómeno llamado transición demográfica, proceso en el que se ve inmersa la población de un país que pasa de un perfil demográfico con determinadas características a uno diferente.

El proceso de transición demográfica se ha dado en todos los países del mundo, pero se ha intensificado y se ha hecho más notorio en países desarrollados, donde el perfil demográfico está configurado por una población en edades avanzadas. Esta orientación del perfil demográfico se conoce con el nombre de envejecimiento poblacional; actualmente nuestro país experimenta este fenómeno derivado de la transición demográfica, el cual se intensificará en las próximas décadas y tomará relevancia debido a los plazos de tiempo tan cortos en que se dará, así como por las condiciones en que se desarrolla, las cuales se caracterizan por enormes rezagos y profundas diferencias sociales.

En este sentido, se deben tomar en cuenta los cambios que han sufrido dos factores demográficos fundamentales para entender el proceso de transición demográfica. El primero es el declive de la mortalidad, producto del paulatino aumento de la esperanza de vida, hoy en nuestro país la esperanza de vida es de 76 años. El segundo factor es la caída de la tasa de natalidad en la población mexicana, pues se registra una menor cantidad de nacimientos.

Figura 1: Transición demográfica - el envejecimiento de la población en México



Fuente: Proyecto PPS Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío y Unidad de Apoyo, Secretaría de Salud, 2005

El proceso de cambio que ha sufrido la pirámide poblacional en la última mitad del siglo XX se compone de dos fases, en donde las tasas de natalidad y mortalidad atravesaron por cambios sustanciales. La primera fase de este proceso inició en los años cuarenta del siglo anterior, donde se registró un descenso de la mortalidad y un aumento en los índices de natalidad, produciendo un elevado crecimiento de la población entre 1950 y 1970; iniciando la segunda etapa, que se caracterizó por la disminución de la natalidad consolidando un descenso en la tasa de crecimiento poblacional, lo que ayudó a controlar la explosiva dinámica demográfica y a reducir la presión sobre el desarrollo económico y social (Figura 1).

El aumento de la población en edades avanzadas implicará una mayor demanda de servicios cada vez más especializados para atender las necesidades de una población más compleja. Una de las áreas donde se presentarán mayores presiones será en salud, debido a que el perfil epidemiológico y la creciente

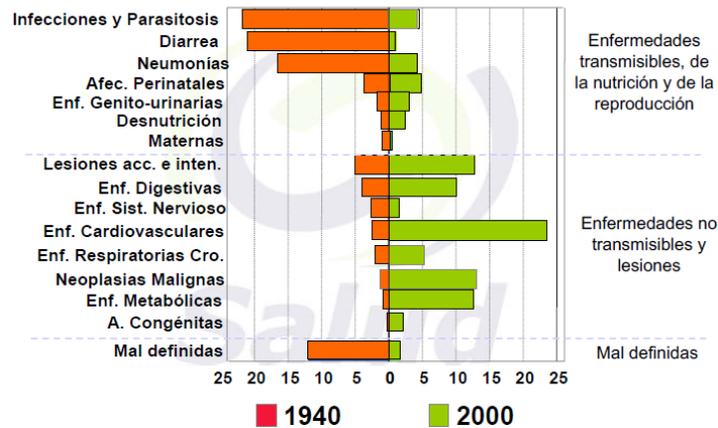
demanda de servicios médicos apuntan hacia un incremento de enfermedades crónico degenerativas.

El perfil demográfico es causa y consecuencia del perfil epidemiológico del país. La estructura por edad muestra una población que envejece paulatinamente, con el desplazamiento ascendente de la edad mediana, una menor participación de la población infantil, y un crecimiento de los grupos de edad medios, en edad productiva, así como el incremento acelerado de la población mayor de 65 años. También se observa un tránsito persistente de la población rural hacia el medio urbano y la migración hacia el extranjero, cambiando el perfil demográfico de comunidades, incluso de entidades federativas.

En consecuencia, las causas principales de muerte también se han modificado. Las infecciones comunes y los padecimientos ligados a la desnutrición y a la reproducción, que ocupaban los primeros sitios entre las causas de muerte, fueron desplazados por las enfermedades no transmisibles (enfermedades cardio y cerebro-vasculares, diabetes, cáncer, enfermedades mentales y adicciones) y las lesiones accidentales e intencionales.

Entre 1940 y 2000 las diarreas pasaron de producir 21% de las muertes en el país a menos de 1%. En contraste, las enfermedades no transmisibles pasaron de concentrar 20% de las muertes en 1940 a 71% en el año 2000. El porcentaje atribuible a las lesiones, sea por violencia o por accidentes, pasó de 5 a casi 13% en ese mismo periodo (Figura 2). Los padecimientos no transmisibles y las lesiones requieren tratamientos más complejos, prolongados y costosos que los exigidos por las infecciones comunes y los problemas relacionados con la desnutrición y la reproducción.

Figura 2: Transición epidemiológica - causas de muerte de la población en México



Fuente: Proyecto PPS Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío y Unidad de Apoyo, Secretaría de Salud, 2005

No obstante los avances en el combate a la pobreza, muchos grupos poblacionales persisten por debajo de la línea de la pobreza extrema y se encuentran todavía frente a riesgos de salud ante la falta de oportunidades y de servicios que requieren. Los indicadores nacionales esconden todavía grandes inequidades en el acceso a los servicios de salud y en su financiamiento, lo que redundará en marcadas diferencias en el nivel de salud entre estados, localidades y grupos poblacionales.

El sistema mexicano de salud no cuenta con recursos suficientes para enfrentar el nuevo perfil de enfermedades que se presenta en la población. En el año 2000 México dedicaba apenas 5.8% del Producto Interno Bruto (PIB) a la salud. Otros países latinoamericanos con condiciones de desarrollo similares a nuestro país, como: Argentina, Colombia y Uruguay dedicaban más de 8% de su ingreso a este aspecto primordial del desarrollo social.

Estas dos situaciones, la importancia creciente de las enfermedades no transmisibles y la inversión insuficiente en salud, junto con la necesidad de ordenar y redistribuir el gasto público en salud, motivaron una reforma a la Ley General de Salud en 2003, que dio origen al Sistema de Protección Social en Salud y al Seguro Popular de Salud. A este seguro se están incorporando paulatinamente más de 50 millones de mexicanos que en 2003 no contaban con la protección de la seguridad social. Se proyecta que en menos de una década se alcance la cobertura universal, de modo que todos los mexicanos cuenten con algún seguro público de salud: el Seguro de Enfermedades y Maternidad del IMSS, el Fondo Médico del ISSSTE, el Seguro Popular de Salud (SPS) o sistema privado de salud.

EL SPS se financia, al igual que el Seguro de Enfermedades y Maternidad del IMSS y el Seguro Médico del ISSSTE, de manera tripartita: primero, una aportación del Estado idéntica a la del IMSS y el ISSSTE; segundo, una aportación solidaria que, en lugar de la cuota patronal, será cubierta por los gobiernos estatales y federal, y tercero, una aportación familiar análoga a la cuota obrera de la seguridad social, la cual es proporcional a la capacidad de pago y puede ser de cero en el caso de las familias muy pobres.

Este seguro garantiza el acceso, sin desembolso en el momento de utilización, a un paquete de intervenciones, ambulatorias y hospitalarias, y los medicamentos correspondientes. De esta manera elimina las barreras financieras que dificultaban la atención integral de su salud a un alto porcentaje de la población y disminuye sus gastos de bolsillo, que con frecuencia le producían desembolsos empobrecedores.

Planeación del sistema de salud

1) El modelo integrador de atención a la salud (MIDAS)

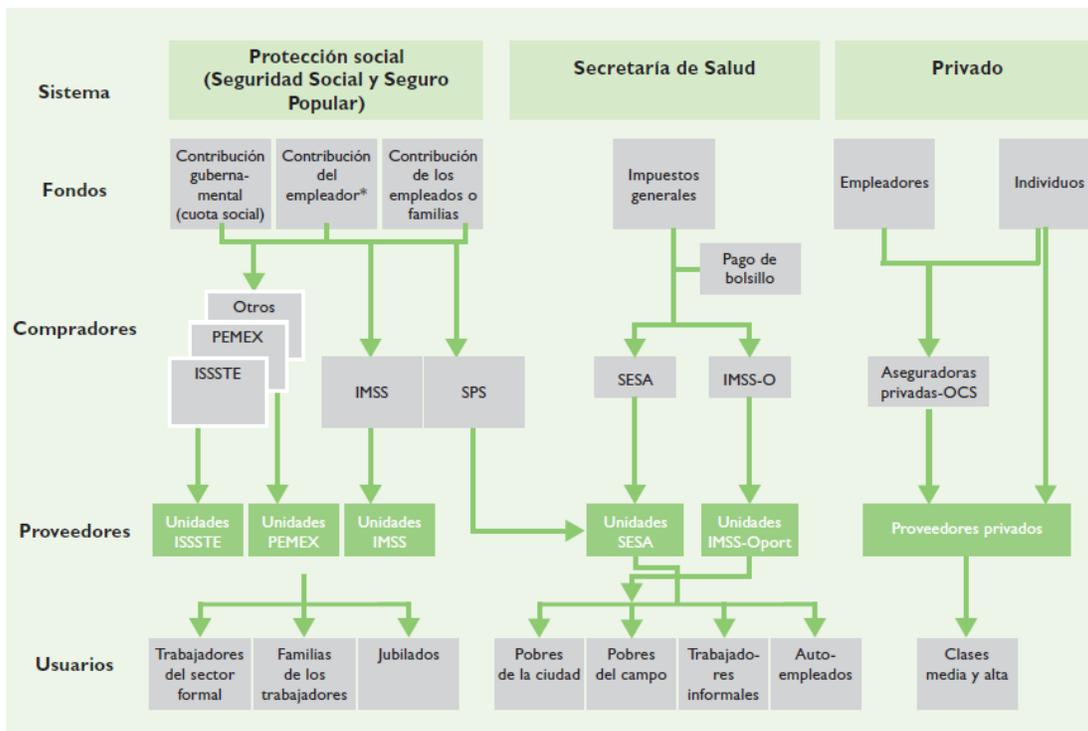
El nuevo esquema de financiamiento de atención a la salud a través del SPS requiere de un modelo de prestación de servicios que elimine también las barreras geográficas, organizacionales y culturales al acceso de los servicios salud; asegure la calidad (efectividad, trato digno), seguridad y continuidad de la atención, y amplíe la libertad de elección del prestador primario de los servicios de salud. Este modelo debe garantizar también una integración racional de los servicios personales de salud y los servicios de salud pública. Finalmente, debe consolidar el camino para la prestación cruzada de servicios entre entidades federativas, instituciones y sectores.

De esta manera, la Secretaría de Salud instrumenta el Modelo Integrador de Atención a la Salud (MIDAS), el cual establece los lineamientos generales de un nuevo sistema de atención de las necesidades de salud de nuestra población. Se trata de un modelo consistente con una reforma que fortalece la demanda, responde a una realidad epidemiológica caracterizada por un creciente predominio de las enfermedades no transmisibles y las lesiones; reconoce la diversidad cultural de nuestra población, y ve en la pluralidad de prestadores de servicios de salud una fortaleza del sistema.

Es importante señalar que el MIDAS recoge la experiencia de otros modelos de atención que se han desarrollado en los niveles federal y estatal tanto en las instituciones de seguridad social como en las instituciones dedicadas a atender a la población no asegurada. Su antecedente más inmediato en la Secretaría de Salud es el Modelo de Atención a la Salud para Población Abierta (MASPA), que se diseñó en 1985, y se revisó y actualizó en 1995.

El MIDAS busca crear las condiciones para que todas las unidades, instituciones y sectores del sistema mexicano de salud trabajen, sin fusionarse, de manera coordinada para garantizar una atención efectiva, segura, continua, centrada en el paciente y respetuosa de los derechos humanos de los usuarios de los servicios de salud. Este nuevo modelo, normará la prestación de servicios en los Servicios Estatales de Salud, su adaptación a las condiciones locales (epidemiológicas y de los servicios de salud) será responsabilidad de cada entidad federativa.

Figura 3: Componentes del sistema mexicano de salud



Fuente: Modelo Integrador de Atención a la Salud (MIDAS), Secretaría de Salud, 2006

El sistema mexicano de salud, desde sus orígenes mismos, ha sido un sistema segmentado con tres grandes componentes: las instituciones públicas dedicadas a atender a la población no asegurada (Servicios Estatales de Salud-SESA, IMSS-Oportunidades), las instituciones de seguridad social (IMSS, ISSSTE, ISSFAM,

SM y PEMEX) y el sector privado (Figura 3). EL MIDAS está integrando funcionalmente a estos tres grandes componentes y sus respectivas unidades. Por lo pronto, las reformas a la ley de salud del 2003 y las innovaciones organizacionales que la han acompañado han incrementado el grado de integración de las unidades al interior de las diversas instituciones y permiten ya una mayor utilización cruzada de servicios.

2) Plan maestro de infraestructura física en salud y las redes de servicios de atención a la salud

La insuficiente consideración de criterios integrales en la decisión sobre la infraestructura física de salud ha generado la construcción y equipamiento de múltiples unidades con poca o nula interrelación y apoyo entre las distintas instituciones de salud. La diversidad de modelos que prestan servicios, su saturación en algunos casos, la poca utilización en otros, el desequilibrio entre inmueble, personal y equipo y la escasez de recursos para mantenimiento, son situaciones comunes en el país. Es frecuente encontrar unidades mal dimensionadas en relación a las necesidades reales de la población y en otros casos ausencia del equipo necesario, escasos recursos económicos y falta de personal para su operación.

Los criterios para el dimensionamiento y la determinación de la necesidad de nuevas unidades que tradicionalmente se han utilizado, se ven sesgados con frecuencia por presiones políticas de autoridades de diferentes ámbitos, por grupos sociales organizados, así como por la propia población. Lo anterior, conlleva a la carencia de sustento técnico, así como de criterios epidemiológicos y demográficos que permitan una adecuada planeación de la infraestructura.

Para dar solución a esta falta de previsión, el Programa Nacional de Salud plantea entre sus estrategias en lo que se refiere a infraestructura: fortalecer la inversión

en recursos humanos, investigación e infraestructura en salud, destacando la relevancia de diseñar planes maestros de infraestructura y equipamiento en salud.

En este contexto, en 2003 la Secretaría de Salud formula el Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud con el propósito general de constituirse en el instrumento rector para la promoción, desarrollo y reordenamiento de la infraestructura de los servicios estatales de salud, con el fin de: racionalizar los recursos para la inversión; definir la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda de servicios de salud, mediante una red nacional, con una visión de mediano y largo plazo; e, identificar los criterios necesarios para priorizar los requerimientos de infraestructura física en función del perfil de salud de la población.

En consonancia con los planteamientos básicos del MIDAS, se conformaron las Redes de Servicios de Atención a la Salud como parte fundamental del Plan Maestro, las cuales fueron desarrolladas por un equipo integrado por especialistas en epidemiología, arquitectura hospitalaria, urbanismo, planeación de servicios de salud, ingeniería biomédica, economía de la salud, diversas especialidades médicas, demografía, telemática y salud pública, entre otros. El equipo desarrolló el análisis para la integración de las Redes bajo los siguientes principios: orientarse a las necesidades de salud de la población, promover la utilización óptima de la infraestructura y recursos existentes, considerar los flujos poblacionales sin respetar límites geográficos, buscar el acercamiento de los servicios a la población y complementar los servicios mediante la articulación y coordinación entre unidades médicas e instituciones.

El primer paso para definir las Redes de Servicios de Atención a la Salud fue determinar las necesidades de la población considerando los siguientes aspectos: información socio-demográfica (edad, sexo, entidad federativa, tipo de aseguramiento, proyecciones de la población); información epidemiológica

(principales causas de mortalidad, egresos hospitalarios); información de la infraestructura en salud (ubicación, características, porcentaje de ocupación, equipamiento, recursos humanos, unidades en operación y obras nuevas); información geográfica (medios de transporte, ubicación de localidades).

Se consideraron a los servicios de alta especialidad como la parte más importante del nuevo diseño, revisando la capacidad de oferta de servicios de la infraestructura existente, en proceso de construcción y los criterios para la creación de nuevos hospitales de alta especialidad, tanto del sector público como del privado; así como la disponibilidad de los recursos humanos y del equipamiento. Se tomó en cuenta la conveniencia de ubicar estos hospitales de alta especialidad en ciudades de más de quinientos mil habitantes, con una adecuada infraestructura educativa, comercial, recreativa y de soporte técnico de los proveedores de equipos de alta especialidad y que resultara a la vez atractivo para el personal de salud.

Con los criterios enunciados se llegó a una propuesta en la que se identificaron 18 Redes de Servicios de Atención a la Salud para cubrir las necesidades de la población. En esta primera aproximación se partió de los hospitales de más alta especialidad hasta las UNEMES.

Finalmente, las autoridades de la Secretaría de Salud acordaron que los servicios básicos del Plan Maestro de Infraestructura en Salud, quedara integrado de la siguiente manera: Hospitales Regionales de Alta Especialidad, obra nueva y fortalecimiento de existentes; Hospitales Generales y Comunitarios, obra nueva, fortalecimiento con especialidades y ampliaciones; y, Unidades de Especialidades Médicas (UNEMES)

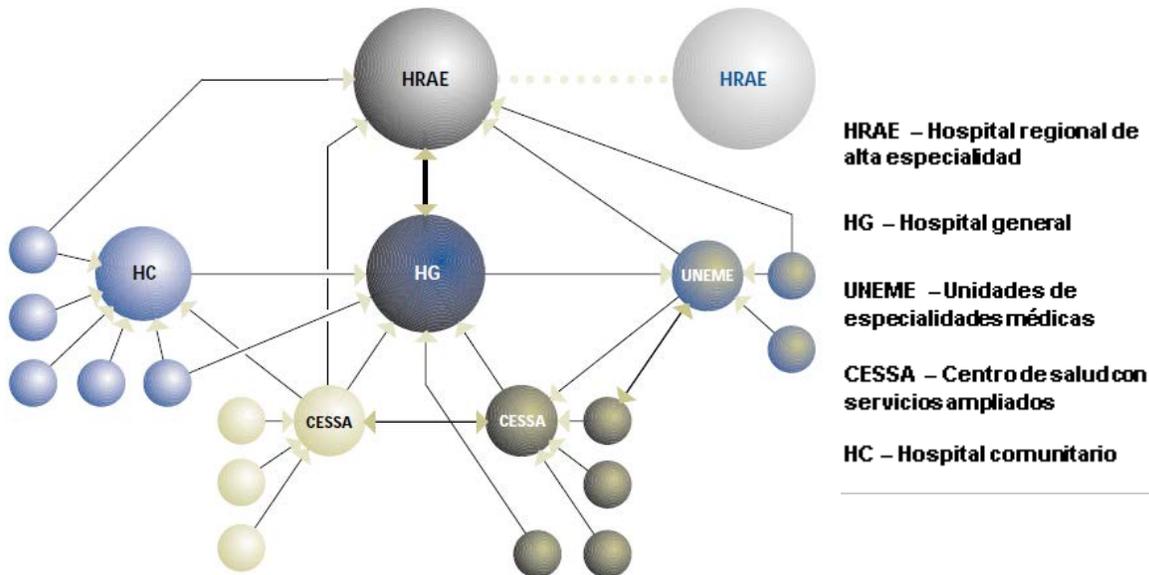
3) Estructura del sistema de salud en México

Actualmente, el sistema de salud en México clasifica a los habitantes en dos grandes grupos: población asegurada y población no asegurada. La población asegurada representa un poco más de 50% de los habitantes del país y se refiere a todos aquellas personas que se encuentran afiliadas a alguna de las siguientes instituciones de seguridad social: Instituto Mexicano del Seguros Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de ls Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas (ISSFAM) y Petróleos Mexicanos (Pemex Servicios Médicos).

La población no asegurada representa 48% de la población en el país y se refiere a todas aquellas personas que no se encuentran afiliadas a ninguna institución oficial de seguridad social. Generalmente, esta población se atiende en hospitales de la Secretaría de Salud (federales, estatales y locales), a través de mecanismos tales como el Seguro Popular. Asimismo, existe un porcentaje de la población que independientemente de su afiliación a algún sistema de salud, se atiende en instituciones privadas.

Por otra parte, como consecuencia de la implantación del Modelo Integrador de Atención a la Salud (MIDAS) y del establecimiento de las Redes de Servicios de Atención a la Salud contenidas en el Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud, se estructura el sistema de salud en México en diferentes niveles de atención, los cuales se diferencian por el grado de especialización de los servicios médicos ofrecidos (primero, segundo y tercer nivel) Por ejemplo, un hospital de tercer nivel corresponde al mayor grado de atención hospitalaria, en el cual se ofrecen los servicios médicos más especializados. A continuación se describe cada uno de los niveles de atención del sistema de salud:

- **Primer nivel de atención:** Forma la estructura básica de la atención médica ambulatoria. Se prestan servicios de prevención de enfermedades (educación y vigilancia epidemiológica), saneamiento básico y protección.
- **Segundo nivel de atención:** En general se proporciona consulta externa y hospitalización en las cuatro especialidades básicas de la medicina: cirugía general, medicina interna, gineco-obstetricia y pediatría. Los procedimientos realizados son de mediana complejidad. Se realiza atención médica ambulatoria especializada y hospitalización de pacientes referidos del primer nivel de atención.
- **Tercer nivel de atención:** Son las unidades médicas con mayor capacidad resolutive. El personal es especializado y los procedimientos realizados son de alta complejidad. Se realizan actividades de formación de capital humano y de investigación y desarrollo. Estas unidades deben contar con tecnología de última generación.

Figura 4: Red de Servicios de Atención a la Salud en México

Fuente: Innovaciones en gestión hospitalaria en México, Secretaría de Salud, 2006

Estos niveles interactúan a través de una red de referencia que permite canalizar a los pacientes a unidades médicas con diferentes grados de especialización dependiendo del tratamiento requerido por el paciente. Como muestra el diagrama el número de unidades médicas disminuye al pasar del primer nivel de atención al segundo nivel de atención; sin embargo, la complejidad de las afecciones y procedimientos realizados aumenta. Lo mismo sucede al pasar del segundo al tercer nivel de atención. En la Red de Servicios de Atención a la Salud todos los servicios se encuentran interconectados y es posible accederlos directamente sin necesidad de pasar por ninguna aduana asistencial (Figura 4).

Las unidades médicas de tercer nivel de atención se ubican estratégicamente para apoyar en forma regional otras unidades de atención médica (se denominan hospitales regionales de alta especialidad-HRAE). Alrededor de 85% de los pacientes del sistema de salud nacional son atendidos en el primer nivel de atención, 12% son atendidos en el segundo y tan sólo 3% en el tercero. Lo

anterior se debe principalmente al comportamiento epidemiológico de la red de referencia del país.

Un hospital regional de alta especialidad (HRAE) o de tercer nivel se diferencia de los hospitales de primer y segundo nivel por su máxima capacidad resolutive y de diagnóstico, por el grado de sofisticación y tecnología de su equipo y por la cantidad de especialidades médicas que ofrece.

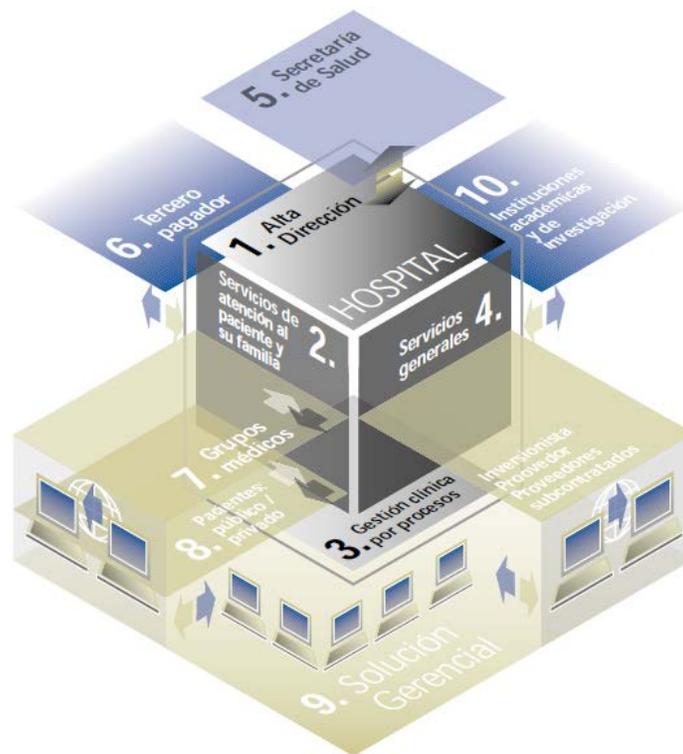
Diseño y construcción de hospitales regionales de alta especialidad – El modelo de gestión

El Hospital Regional de Alta Especialidad (HRAE) representa último nivel de servicios para cada una de las redes de servicios de atención a la salud del Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud. Cada HRAE ofrece un conjunto variable de especialidades y subespecialidades clínico-quirúrgicas dirigidas a atender padecimientos de baja incidencia y alta complejidad diagnóstico-terapéutica. La complejidad organizacional del HRAE se debe a que: mantienen un funcionamiento continuo las 24 horas, los 365 días del año; los procedimientos clínicos y quirúrgicos que se realizan, involucran profesionales de diversas disciplinas, con saberes especializados y alto grado de destreza, utilizando para ello espacios especiales, equipamiento y alta tecnología.

En general, un HRAE está conformado por cuatro bloques de servicios bien diferenciados: unidad de atención médico-quirúrgica, unidad de producción de servicios intermedios, unidad de educación superior y vínculo con la investigación, para formación técnica, profesional y de posgrado y unidad de producción de servicios especializados destinados al hospedaje y alimentación. En este sentido, el modelo de gestión del HRAE busca la integración de los procesos clínicos, quirúrgicos, de auxiliares de diagnóstico y terapéuticos, de provisión de servicios hospitalarios a personas internadas o en tratamiento ambulatorio, de provisión de

servicios de apoyo a familiares, administrativos, jurídico-legales y de vinculación con el sistema de salud, en un esquema de dirección por procesos acordes a la infraestructura física y los recursos materiales, tecnológicos, financieros y humanos necesarios para un desempeño óptimo de los servicios de alta especialidad.

Figura 5: Componentes básicos del modelo de gestión del Hospital Regional de Alta Especialidad



Fuente: Innovaciones en gestión hospitalaria en México, Secretaría de Salud, 2006

En la Figura 5 se muestran esquemáticamente los diez componentes básicos del modelo de gestión del HRAE. En primer término se representa el hospital destacando el elemento de **alta dirección** (1) que se basa en principios de ejecución y decisión apoyados por planeación estratégica, tableros de control y herramientas gerenciales. Los **servicios de atención a pacientes y familiares**

(2) están basados en lineamientos y procedimientos que cumplen con los estándares de calidad y seguridad prefijados.

La **gestión clínica por procesos** (3) se refiere al conjunto de actividades relacionadas con la asignación y aplicación de los recursos requeridos en la prestación de servicios de salud y la toma de decisiones a lo largo del proceso de atención al paciente. Este componente constituye el corazón operativo del **modelo de gestión**, la cual es netamente horizontal, es decir, no se organiza por estructuras verticales como los clásicos servicios hospitalarios.

Los **servicios generales** (4) son provistos de manera externa al hospital, sea por proveedores especializados individuales o por un Inversionista Proveedor en los Hospitales que adoptan la modalidad financiera de **Proyectos de Prestación de Servicios** (PPS) a los que más adelante se hará referencia específica. En general, el PPS considera el diseño, construcción y el equipamiento de la infraestructura hospitalaria, y la prestación de servicios generales durante la etapa de operación del hospital.

En el ámbito externo al hospital, la **Secretaría de Salud** Federal (5) ejerce la función rectora, como cabeza del Sistema Nacional de Salud, a través de su presencia en el órgano de gobierno; cada HRAE cuenta con autonomía de gestión pues se constituye como un Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública Federal. Los **terceros pagadores** (6), son las fuentes de financiamiento de los servicios prestados por el HRAE para grupos específicos de beneficiarios de la atención, como: el Seguro Popular de Salud, el IMSS, el ISSSTE, las instituciones de seguridad social para trabajadores estatales, los seguros médicos privados de gastos mayores y convenios con empresas.

Las **asociaciones de profesionales de la salud** (7) representan los servicios técnicos y profesionales para el funcionamiento del hospital. Se busca la incorporación de equipos de trabajo con personal altamente calificado. Se proponen modalidades de contratación de equipos por intervenciones completas o paquetes de intervenciones, por tiempo determinado o por comportamiento estacional.

El **paciente** (8) constituye la razón de ser de la organización, el HRAE es un hospital universal que ofrece sus servicios a todo tipo de personas que lo requieran, sin importar su condición de aseguramiento. Es decir que los servicios se otorgan en orden de prioridad a pacientes no asegurados, pacientes con algún tipo de seguridad social, pacientes asegurados por terceros pagadores privados y pacientes privados individuales.

La **solución gerencial** en red (9) se refiere a la plataforma informática para brindar una solución integral a las necesidades de la gestión clínica por procesos, administrativa y financiera, así como a los requerimientos de información estadística y epidemiológica. Se contempla también la vinculación estrecha, a través de convenios de colaboración, con **instituciones de enseñanza e investigación** (10).

En síntesis, el modelo de gestión del HRAE pretende transitar de la unidad de atención centrada en las necesidades del proveedor hacia la organización flexible centrada en el paciente, de geometría variable, orientada a procesos, con infraestructura y tecnología apropiadas. En la Tabla 1 se detallan las especialidades y subespecialidades, y servicios complementarios que se denominan “Cartera de servicios” del HRAE, tal y como se describen en el MIDAS.

Tabla 1: Hospital Regional de Alta Especialidad – Cartera de Servicios

| Consulta externa especialidades | Servicios de especialidades | Área de gobierno y relación |
|--|-------------------------------------|---|
| Neurología y Neurocirugía | Auxiliares de Diagnóstico | Dirección |
| Psiquiatría | Telemedicina | Dirección de enfermería y enseñanza |
| Cardiología | Imagenología | Dirección de desarrollo de personal |
| Neumología | Radiodiagnóstico | Dirección de enseñanza e investigación |
| Angiología y Cirugía cardiovascular | Ultrasonografía | Coordinación médica y asistencial |
| Urología | Tomografía computarizada | Recursos humanos |
| Hematología y Oncología | Resonancia Magnética | Recursos financieros |
| Cirugía General | Urodinamia | Recursos materiales |
| Cirugía reconstructiva | Gabinetes Auxiliares de Diagnóstico | Área de apoyo |
| Proctología | Cardiodiagnóstico | Centro de transfusión |
| Oftalmología | Endoscopías | Registro hospitalario y archivo clínico |
| Ortopedia | Hemodinamia | Abastecimiento |
| Otorrinolaringología | Medicina Nuclear | Central de Equipos |
| Alergología y Dermatología | Laboratorio clínico | Farmacia |
| Endocrinología Reumatología | Anatomía Patológica | Dietología |
| Infectología / Genética / Geriatria | Inhaloterapia | Lavandería |

| | | |
|------------------|---------------------------------|-----------------|
| Medicina Interna | Cirugía general y especializada | Almacén general |
| | Unidad de Cuidados Intensivos | Conservación |
| | Hospitalización | Transportación |

Fuente: Hospitales Regionales de Alta Especialidad - Esquema de Proyectos para Prestación de Servicios. Programa de acción específico 2007-20012, Secretaria de Salud

La Secretaria de Salud elabora el estudio epidemiológico y demográfico de la zona en donde se ubicará el HRAE para determinar el programa médico arquitectónico; en general, se realiza una revisión del comportamiento poblacional y de la mortalidad, se calculan el tipo de egreso y la respuesta hospitalaria para definir el número y tipo de especialidades médicas del hospital; la Tabla 2 muestra un programa médico arquitectónico tipo.

Tabla 2: Hospital Regional de Alta Especialidad - Programa médico arquitectónico tipo

| A. Área de Atención Médica | Área (m ²) | | | C. Área de Apoyo | Área (m ²) |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|----------|--|------------------------|
| Consulta Externa | | Hospitalización | | Registro Hospitalario y Archivo | |
| Unidad Neuroquirúrgica | 57.00 | Admisión hospitalaria | 147.00 | • Archivo Clínico | 182.00 |
| Unidad Cardiorácica | 57.00 | Hospitalización adultos | | • Centro de Información | 190.00 |
| Unidad Nefrología-Urología | 22.00 | • Módulo de encamados-84 cama | 1,092.00 | • Locales complementarios | 57.00 |

| | | | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------------------------|--|---------------|
| Unidad Hemato-Oncológica | 19.00 | • Cuarto individual c/ baño (12) | 240.00 | Total Registro y Archivo | 429.00 |
| Unidad Esp. Médico-Quirúrgicas | 184.00 | • Servicios de apoyo | 258.00 | Central de Esterilización | |
| Unidad de Esp. Médico-Clínicas | 94.00 | Locales complementarios | 708.60 | • Central de esterilización | 210.00 |
| Locales complementarios | 492.40 | Total Hospitalización | 2,445.60 | • Locales complementarios | 6.60 |
| Total Consulta Externa | 925.40 | Totales | 7,578.40 | • Centro de transfusión | 42.00 |
| Auxiliares de Diagnóstico | | 25% Circulaciones | 1,894.60 | Total Central de Esterilización | 258.60 |
| Urodinamia y litotricia | 166.00 | Total Área de Atención Médica | 9,473.00 | Central de Mezclas | |
| Imagenología | | B. Área de Gobierno y Relación | Área (m²) | • Central de Mezclas | 71.00 |
| • Radiodiagnóstico | 129.00 | Gobierno | | Total Central de Mezclas | 71.00 |
| • Ultrasonografía | 78.00 | • Dirección General | 94.60 | Farmacia | |
| • Tomografía Computarizada | 66.00 | • Locales complementarios | 44.20 | • Almacenamiento | 113.00 |
| • Resonancia Nuclear Magnética | 89.00 | Total Gobierno | 138.80 | • Locales complementarios | 7.60 |
| • Locales complementarios | 204.20 | Dirección de Administración | | • Almacén | 51.00 |
| Gabinetes Aux. de | | • Dirección | 80.60 | • Preparación | 45.00 |

| | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|
| Diagnóstico | | | | | |
| • Neurofisiología | 88.00 | • Recursos Humanos | 46.00 | • Entrega | 37.00 |
| • Cardiodiagnóstico | 104.00 | • Recursos Financieros | 39.00 | • Lavado | 27.50 |
| • Endoscopías | 167.00 | • Recursos Materiales | 22.00 | • Comedor | 178.00 |
| • Locales complementarios | 150.20 | • Correspondencia y Archivo | 24.00 | • Locales complementarios | 42.00 |
| Hemodinamia | | • Locales complementarios | 65.00 | Total Farmacia | 501.10 |
| • Hemodinamia | 157.00 | Total Dirección de Admon. | 276.60 | Ropería | |
| • Locales complementarios | 124.60 | Dirección de Enfermería | | • Recepción de ropa sucia | 37.00 |
| Medicina Nuclear | | • Dirección | 53.60 | • Almacén de ropa limpia | 52.00 |
| • Medicina Nuclear | 183.00 | • Enseñanza de Enfermería | 32.00 | • Locales complementarios | 16.60 |
| • Locales complementarios | 132.60 | • Locales complementarios | 13.60 | Total Ropería | 105.60 |
| Laboratorio de Patología Clínica | | Total Dirección de Enfermería | 99.20 | Almacén General | |
| • Sección de toma de muestras | 148.00 | Dirección de Personal | | • Almacenamiento | 113.00 |
| • Locales complementarios | 167.20 | • Dirección | 97.60 | • Locales complementarios | 36.60 |
| Anatomía Patológica | 38.00 | • Relaciones Públicas | 32.00 | Total Almacén General | 149.60 |
| • Mortuorio | 119.00 | • Locales | 51.00 | Servicios | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------|---|---------------|
| | 20 | complementarios | | | |
| • Sección de trabajo | 68.20 | Total Desarrollo de Personal | 180.60 | • Residuos sólidos | 51.00 |
| • Locales complementarios | | Dirección de Enseñanza e Inv. | | • Bodega de bienes dados de baja | 70.00 |
| Total Auxiliares Diagnóstico | 2,379.20 | • Dirección | 53.60 | • Casa de máquinas | 270.00 |
| Auxiliares de Tratamiento | | • Enseñanza | 218.00 | Total Servicios | 391.00 |
| Admisión Médica Continua | | • Biblioteca | 96.00 | Conservación y Mantenimiento | |
| • Admisión Médica Continua | 154.00 | • Investigación | 22.00 | • Talleres | 81.00 |
| • Locales complementarios | 159.20 | • Planeación Epidemiológica | 34.00 | • Residencia de conservación | 47.00 |
| Inhaloterapia | | • Auditorio | 261.00 | • Locales complementarios | 20.00 |
| • Inhaloterapia | 59.00 | • Locales complementarios | 25.00 | Total Conservación y Mantenimiento | 148.00 |
| • Locales complementarios | 48.00 | Total Dirección de Enseñanza | 709.60 | Ingeniería Biomédica | 87.00 |
| Quirófano | | Coordinación Médica | | Baños y vestidores del personal | 140.00 |
| • Cirugía 513.00 | | • Coordinación Médica | 135.60 | Intendencia | 32.00 |
| • Locales | 174.00 | • Coordinación | 39.60 | Transportación | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| complementarios | 00 | Asistencial | | | |
| Unidad de Cuidados Intensivos | 128.00 | • Locales complementarios | 51.60 | • Zona de ambulancias | 97.00 |
| Unidad de Cuidados Intermedios | 218.00 | Total Coordinación Médica | 226.20 | Total transportación | 97.00 |
| Unidad de Cuidados Coronarios | 75.00 | Totales | 1,631.00 | Totales | 2,409.90 |
| Locales complementarios | 300.00 | 25% Circulaciones | 407.75 | 25% Circulaciones | 343.75 |
| Total Auxiliares Tratamiento | 1,828.20 | Total Área de Gobierno | 2,038.75 | Total Área de Apoyo | 2,753.65 |

| | | | | | |
|---|-----------------|---------------------------------------|---|-------------------------|-----------------|
| A. Área de Atención Médica | 9,473.00 | B. Área de Gobierno y Relación | 2,038.75 | C. Área de Apoyo | 2,753.65 |
| Suma de áreas de unidad hospitalaria | | | Gran total 14,265.40 m² | | |

Fuente: Hospitales Regionales de Alta Especialidad - Esquema de Proyectos para Prestación de Servicios. Programa de acción específico 2007-2012, Secretaría de Salud

Esquema de financiamiento para el diseño y construcción de hospitales de alta especialidad

En 2003, a través del Plan Maestro de Infraestructura Física en Salud se configuraron las 18 redes de servicios de atención a la salud integradas por los diferentes niveles de atención que establece el sistema de salud en México; en particular, el diagnóstico del Plan Maestro identificó las 18 ciudades para establecer los servicios de alta especialidad, tres de las cuales contaban ya con

esos servicios en ese momento (Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey), tres más tenían servicios insuficientes y el resto requería la creación de nuevos servicios. De esta forma, las autoridades de salud establecieron el programa de modernización y construcción de la infraestructura en salud para atender a la población que no tiene acceso a los servicios de la seguridad social, con una elevada prioridad hacia la alta especialidad.

Así, se inició en primer lugar el fortalecimiento de los hospitales que contaban con servicio insuficiente de alta especialidad, esto fue en las ciudades de: Puebla, San Luis y Veracruz. Posteriormente, continuó el desarrollo de los nuevos hospitales de alta especialidad considerando como fuentes de financiamiento los recursos fiscales y la colaboración entre los sectores público y privado. De esta manera, a la fecha se han construido cinco HRAE como obra pública para cuatro redes de servicios de atención a la salud en las ciudades de: Mérida, Oaxaca, Tapachula-Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa. Mientras que la aplicación del esquema de participación público-privado denominado Proyectos para Prestación de Servicios (PPS) ha permitido poner en operación tres HRAE en las ciudades de: León, Ciudad Victoria e Ixtapaluca; quedando en etapa de estudio los HRAE de: Querétaro, Torreón, Acapulco, Chihuahua y Culiacán (Tabla 3).

Tabla 3: Estado actual de la Red de Hospitales Regionales de Alta Especialidad

| Tipos de unidades | Ubicación | Redes | Situación | Esquema |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------|------------------|-------------------------|
| Institutos Nacionales de Salud | Distrito Federal y Área Metropolitana | 1 | Existentes | Obra pública (Presupues |

| | | | | |
|--|---|-----------|--------------------------|--|
| Hospitales Regionales de Alta Especialidad | Guadalajara y Monterrey | 2 | | to de Egresos de la Federación) |
| | Puebla, San Luis y Veracruz | 3 | Modernizados | |
| | Mérida, Oaxaca, Tapachula-Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa | 4 | Construidos (Obra nueva) | |
| | León, Ciudad Victoria e Ixtapaluca | 3 | En operación | Proyectos para Prestación de Servicios (PPS) |
| | Querétaro, Torreón, Acapulco, Chihuahua y Culiacán | 5 | En estudio | |
| Total de redes | | 18 | | |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud

Antecedentes de los Proyectos para Prestación de Servicios en el sector salud de alta especialidad. El esquema de inversión denominado Proyectos para Prestación de Servicios (PPS) se origina a principios de la década de los noventa en Gran Bretaña bajo el nombre de Private Finance Initiative (PFI); a la fecha este país cuenta ya con más de 920 contratos firmados, que representan una inversión de capital superior a 110 mil millones de dólares canalizada a la provisión de infraestructura en todas las áreas de la actividad económica.

El objetivo del modelo PPS es reducir los requerimientos de endeudamiento público, a través del impulso de esquemas de inversión en el que se asocian los sectores público y privado. En México este tipo de proyectos se fomenta desde 2004, cuando la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) publica el Acuerdo por el que se establecen las Reglas para la Realización de Proyectos

para Prestación de Servicios. Por medio de este esquema se han desarrollado en México carreteras, universidades y hospitales, entre los cuales se encuentran: el HRAE del Bajío en la Ciudad de León, Guanajuato; el HRAE de Ciudad Victoria, Tamaulipas; y, el HRAE de Ixtapaluca en el Estado de México. Las fichas técnicas de estos hospitales de alta especialidad se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Ficha técnica de los Hospitales Regionales de Alta Especialidad desarrollados mediante Proyectos para Prestación de Servicios

| Proyecto | HRAE del Bajío | HRAE de Ciudad Victoria | HRAE de Ixtapaluca |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Terreno | 62,000 m ² | 48,000 m ² | 70,000 m ² |
| Capacidad | 184 camas censables | 100 camas censables | 190 camas censables |
| | 75 cama no censables | 42 cama no censables | 56 cama no censables |
| Área construida | 24,964 m ² | 14,497 m ² | 28,643 m ² |
| Consultorio especialidad | 27 | 24 | 28 |
| Salas de cirugía | 7 | 18 | 7 |
| Población beneficiada | 5.0 millones de habitantes | 1.9 millones de habitantes | 5.5 millones de habitantes |
| Red de servicios | Centro Occidente 1 | Noreste 1 | Centro 1 |
| Ubicación | León, Guanajuato | Ciudad Victoria, Tamaulipas. | Ixtapaluca, Estado de México |
| Firma contrato | Octubre de 2005 | Julio de 2007 | Agosto de 2009 |
| Inicio construcción | Enero de 2006 | Octubre de 2007 | Noviembre de 2009 |
| Inicio | Abril de 2007 | Marzo de 2009 | Mayo de 2011 |

| | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| operaciones | | | |
| Inversión inicial | 624 millones de pesos | 884 millones de pesos | 1,349 millones de pesos |
| Valor total del contrato | 3,568 millones de pesos | 4,511 millones de pesos | 6,624 millones de pesos |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaria de Salud

En general, el PPS para desarrollar un Hospital Regional de Alta Especialidad y Unidad de Apoyo consiste en el diseño, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de un hospital regional por medio de un contrato de servicios a largo plazo con un inversionista privado, entre 25 y 30 años, durante el cual el inversionista proveedor estará a cargo de la administración, mantenimiento y reparación de los inmuebles, los muebles y el equipo del hospital. A cambio el inversionista proveedor recibe de la dependencia pública pagos periódicos que compensan la inversión inicial, los gastos de operación y mantenimiento, el costo financiero y la utilidad durante la vigencia del contrato.

El inversionista privado es el único responsable del financiamiento de la deuda y del capital para cumplir los compromisos contraídos en el contrato, y se obliga a llevar a cabo las obras necesarias para la prestación de los servicios, que serán de su propiedad durante la vigencia del contrato, y que al momento de su terminación se incorporarán al terreno en donde se construye el proyecto, se revertirán junto con éste en los términos de la concesión y se destinarán a la prestación de servicios.

El desarrollo e implementación de los Hospitales Regionales de Alta Especialidad bajo el esquema de Proyectos para Prestación de Servicios permite al Gobierno concentrar sus esfuerzos en la tarea medular de brindar servicios públicos con calidad y cobertura crecientes, aprovechando las siguientes características que distinguen el esquema PPS: definición de servicios y niveles de calidad ajustables

en el tiempo; celebración de un contrato de servicios de largo plazo entre una dependencia y un inversionista proveedor; demostración mediante un análisis de costo-beneficio que el valor de realizar un PPS otorga mejores condiciones económicas a la dependencia; realización de una licitación pública para la adjudicación del contrato; permite la construcción de nueva infraestructura de servicios sin generar deuda pública, ya que el pago de los servicios se consideran gasto corriente; los pagos se realizan en función de la disponibilidad y calidad de los servicios que se presten; y, la responsabilidad directa de la prestación del servicio público de salud es por parte del Gobierno Federal.

Marco Jurídico de los Proyectos para Prestación de Servicios en el sector salud. El artículo 4º de la Constitución Política establece que "... toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud...". Bajo ese mandato constitucional, en 2003 se realiza la reforma a la Ley General de Salud, la cual: establece las atribuciones federales y estatales en materia de salubridad y da lugar a los Planes y Programas del sector; define los ámbitos de competencia de la Secretaría de Salud, de los Gobiernos de los Estados y del Distrito Federal; y, entre otras disposiciones, señala la responsabilidad del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Salud, de proveer servicios de atención médica de alta especialidad mediante establecimientos públicos de carácter federal creados para tal efecto.

De igual manera, con objeto de fortalecer la infraestructura médica de alta especialidad y su disponibilidad regional, la Secretaría de Salud, mediante estudios técnicos, determina aquellas unidades médicas del ámbito Federal y local que, por sus características y ubicación, pueden convertirse en centros hospitalarios regionales de alta especialidad, así como la construcción con recursos públicos y privados de nueva infraestructura con el propósito de proveer este tipo de servicios en las zonas que determine la propia dependencia. En este

contexto, para incrementar la oferta de servicios médicos de alta especialidad en diferentes regiones del país, la Secretaría de Salud instrumenta la participación del sector privado a través del esquema de PPS, siguiendo las disposiciones normativas más importantes que se indican en la Tabla 5.

Tabla 5: Síntesis Regulatoria aplicable a los Proyectos para Prestación de Servicios (PPS)

| | Ordenamiento | Principales disposiciones |
|---|---|---|
| A | Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria | 4,6,32,34, 39 y 50 |
| B | Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria | 35, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 147, 148, 150, 151, 152 y 153 |
| C | Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público | 24 y 25 |
| D | Acuerdo por el que se establecen las Reglas para la realización de Proyectos de Prestación de Servicios | 6, 9, 10, 15, 16, 19k, 20, 21, 26 y 27 |
| E | Lineamientos para la elaboración del análisis costo y beneficio de los proyectos para prestación de servicios | 3, 6, 7 y 8 |
| F | Metodología para la comparación de ofertas económicas en los procedimientos de contratación con relación a los proyectos para prestación de servicios | Completo |
| G | Criterios para determinar los límites de asignación presupuestaria anual aplicable a los proyectos para prestación de servicios | Completo |

Fuente: Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2010.

El desarrollo de Hospitales Regionales de Alta Especialidad por medio de Proyectos para Prestación de Servicios. El proceso de instrumentación para desarrollar un hospital de alta especialidad mediante el esquema PPS se compone de las siguientes etapas: diseño y estructuración del esquema, cumplimiento de la normatividad aplicable, generación de documentos de concurso, desarrollo de la licitación, formalización del contrato y del título de concesión, diseño y construcción de la infraestructura hospitalaria y operación.

El diseño y estructuración del esquema se compone a su vez de tres aspectos: técnico financiero y legal. El aspecto técnico considera la realización del proyecto a nivel conceptual por parte de la Secretaria de Salud, a través de los siguientes puntos: identificación de la demanda, escenarios de crecimiento y evolución epidemiológica, caracterización, dimensionamiento y programa arquitectónico preliminar del hospital, definición de la cartera de servicios y del modelo de gestión. El aspecto financiero requiere la determinación de: costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento, los parámetros económicos de adjudicación del contrato (valor presente neto, tasas de interés, etc.), mecanismos de pago al inversionista proveedor, estudios beneficio-costos y valor por dinero (Value for Money). En el aspecto legal considera principalmente la elaboración del modelo de contrato PPS, en el que se establecen las condiciones particulares de la prestación del servicio y las cláusulas que determinan la distribución de riesgos del proyecto entre los sectores público y privado, de conformidad con la legislación aplicable.

La etapa de cumplimiento de la normatividad involucra la aprobación de los documentos elaborados en la fase anterior, se requieren dos autorizaciones de la SHCP: en la primera se presenta el análisis costo-beneficio a nivel perfil y, en la segunda, el análisis costo-beneficio a nivel prefactibilidad. La elaboración y

presentación de estos documentos debe realizarse de conformidad con el marco jurídico de los esquemas PPS.

Los documentos de concurso están compuestos por la convocatoria pública, las bases de licitación y, los modelos del contrato de prestación de servicios y del título de concesión. En su conjunto establecen las reglas de participación de los interesados en presentar propuestas técnicas y económicas para ofrecer los servicios necesarios para el desarrollo de la actividad de atención a la salud dentro del hospital de alta especialidad. También, se estipulan los requisitos técnicos, legales y administrativos que los licitantes deben cumplir, así como los criterios de adjudicación de la concesión.

El proceso de licitación inicia con la publicación de la convocatoria pública en donde se invita a participar a las empresas interesadas, en ella se mencionan los datos generales del proyecto y los requisitos a cubrir para adquirir las bases de licitación. En estas bases se establecen los requisitos detallados que deben cumplir los licitantes, así como el contenido de las propuestas técnica y económica a entregar. El fallo de la licitación se determina mediante la calificación ponderada por puntos de las propuestas presentadas por los licitantes. El protocolo de firma del contrato de prestación de servicios y del título de concesión se realiza posteriormente con el licitante ganador, quién reúne los requisitos legales, técnicos y administrativos, y presenta el valor presente neto más bajo de conformidad con las reglas de la licitación.

La fase de construcción de la obra civil, acabados, obras exteriores y el equipamiento es responsabilidad exclusiva del inversionista proveedor. En la etapa de operación el inversionista proveedor tendrá a su cargo el mantenimiento y reparación de los inmuebles, los muebles y el equipo del hospital, por lo que mantendrá las instalaciones en condiciones óptimas y llevará a cabo la reposición de mobiliario según sea necesario. Como ya se ha mencionado, los servicios de

atención a la salud de carácter clínico-quirúrgico serán proporcionados en forma exclusiva por la Secretaría de Salud, cuya responsabilidad es también la alta dirección del hospital y la administración de los recursos humanos de tipo médico. Al final de esta etapa, el inversionista proveedor o concesionario revierte las instalaciones y los equipos al sector público con los estándares de funcionamiento y calidad establecidos en el contrato de concesión.

Mecanismo de pago. El valor del contrato de concesión del PPS se determina de acuerdo con el resultado de la suma de los siguientes factores de costo: diseño del proyecto, construcción, equipamiento, mantenimiento, operación, financiamiento, riesgos transferibles y utilidad esperada del inversionista proveedor. El modelo financiero es un anexo del contrato en donde se establecen a precios constantes los pagos anuales durante su vigencia y el importe total de los servicios.

El PPS en hospitales establece un esquema de pagos mensuales por servicios al inversionista proveedor o concesionario, estos pagos están sujetos a deducciones por disponibilidad (clínica, operativa, acceso), condición de uso y calidad. El pago mensual se determina con base en el pago anual establecido en el contrato menos las deducciones por falta de rectificación y por falta de calidad, y se calcula de la siguiente forma:

$$PMS = ((PAS_n \times (NM/NA) \times (INPC_n/INPC_{n-1})) - \Sigma D (FC) - \Sigma D (FR))$$

En donde:

PMS Pago por servicios en términos nominales por mes

PAS_n Pago anual por servicios

| | |
|-------------------|---|
| NM | Número de días en el mes |
| NA | Número de días en el año |
| INPC _n | Valor del Índice Nacional de Precios al Consumidor del mes anterior al pago |
| INPC ₀ | Valor del Índice Nacional de Precios al Consumidor de la fecha base |
| ΣD (FR) | Suma de deducciones en el mes, en función del número de faltas de rectificación |
| ΣD (FC) | Suma de deducciones en el mes, en función del número de faltas de calidad. |

La falta de rectificación consiste en no corregir una falla en el tiempo establecido, no realizar las medidas previas a la reparación dentro del período especificado y la imposibilidad o falta de respuesta en tiempo a una solicitud de servicio de conformidad con las especificaciones de niveles de servicios. Las deducciones por falta de rectificación se determinan con la siguiente fórmula:

$$D (FR) = (PAS_n/NA) \times (NTA/NT) \times PPA \times PPU \times PD (FR) \times CD$$

En donde:

| | |
|------------------|---|
| D (FR) | Importe a ser deducido del pago de servicios de acuerdo a cada falta de rectificación |
| PAS _n | Pago anual por servicios |
| NA | Número de días en el año |
| NTA | Número de turnos afectados en un día para cada parte operativa |
| NT | Número de turnos asignados a una parte operativa en específico |
| PPA | Porcentaje de ponderación de área operativa |
| PPU | Porcentaje de ponderación de la unidad operativa |
| PD (FR) | Porcentaje de deducción por falta de rectificación por categoría |

La falta de calidad consiste de cualquier incumplimiento del inversionista proveedor en la prestación de servicios de conformidad con el contrato y que ha sido particularmente designada como una falta de calidad en las especificaciones de niveles de servicios o en el sistema de supervisión establecido. También, cualquier incumplimiento en la prestación de los servicios que no sea una falta de rectificación se considera una falta de calidad, su determinación se hace de acuerdo con la expresión siguiente:

$$D (FC) = PMS_n / NM \times PP \times PD (FC)$$

En donde:

| | |
|------------------|---|
| D (FC) | Importe a ser deducido del pago de servicios de acuerdo a cada falta de calidad |
| PMS _n | Pago mensual por servicios |
| NM | Número de días en el mes |
| PP | Porcentaje de ponderación de servicio |
| PD (FC) | Porcentaje de deducción por falta de calidad de la categoría |

El esquema PPS para hospitales de alta especialidad contempla un período de tres meses para que el inversionista proveedor se familiarice con las instalaciones, los estándares de calidad requeridos, el funcionamiento del mecanismo de pago y las obligaciones del contrato, en ese lapso no se aplican ningún tipo de deducciones. Además, la suma de deducciones por falta de rectificación y por falta de calidad no podrá exceder del 10 por ciento del pago de servicios en un determinado mes contractual.

Análisis comparativo entre un proyecto de obra pública y un proyecto de prestación de servicios. Los indicadores de ejecución del proyecto y de operación de la infraestructura permiten establecer las diferencias entre el esquema PPS y el de obra pública; según se muestra en la Tabla 6, con los datos relevantes del HRAE del Bajío y del HRAE de Mérida.

El desarrollo de un HRAE mediante el esquema PPS se realiza por medio de una sola empresa que provee el diseño, construcción y equipamiento del hospital, así como los servicios de mantenimiento y operación durante el plazo del contrato; mientras que el esquema de obra pública se ejecuta con varias empresas de construcción e instalaciones, en el caso del hospital de Mérida fueron 14 compañías. Adicionalmente, la inversión inicial del HRAE de Mérida duplicó a la del HRAE del Bajío y el plazo de ejecución fue más del doble de tiempo. En cuanto a los indicadores de operación es arriesgado establecer una conclusión definitiva ya que sólo se cuenta con información al año 2008, aunque en otras referencias se menciona mejor nivel de eficiencia operativa en los hospitales desarrollados mediante colaboraciones público-privadas.

Tabla 6: Indicadores de ejecución y operación de los Hospitales Regionales de Alta Especialidad del Bajío y de Mérida

| HRAE del Bajío | Indicador | HRAE de Mérida |
|---|--------------------------|---------------------------------|
| Proyecto para Prestación de Servicios (PPS) | Esquema de ejecución | Obra Pública |
| 6.2 Ha | Terreno | 10.0 |
| 25,000 m ² | Área construida | 32,000 m ² |
| 32 | Número de especialidades | 24 |
| 184 | Camas censables | 184 |
| Guanajuato, SLP, Michoacán; Jalisco, | Procedencia de pacientes | Yucatán, Campeche, Quintana Roo |

| | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Zacatecas, Aguascalientes | | |
| 5.0 millones | Población potencial a atender | 1.9 millones |
| 623 mdp | Inversión inicial en obra física y equipamiento | 854 mdp (más ampliación por 500 mdp) |
| 6 de diciembre de 2005 | Inicio de obra civil | 24 de septiembre de 2004 |
| 30 de noviembre de 2006 | Fecha de conclusión de obra civil | 1er trimestre de 2006 |
| Marzo de 2007 | Entrega del hospital equipado | Julio de 2008 |
| 26 de abril de 2007 | Puesta en operación del hospital | Julio de 2008 |
| Indicadores de operación 2008 | | |
| 14,087 | Número de consultas | 1,206 |
| ND | Núm. de ingresos hospitalarios | 171 |
| ND | Número de Cirugías | 86 |
| 51% | Ocupación hospitalaria | 7% |
| 110 | Abasto de medicamentos | 100 |
| 64,468 | Estudios de laboratorio | 5,460 |
| 1,207 | Plazas laborales | 1,236 |
| 55% | Plazas ocupadas | 34% |
| 216.1 millones de pesos | Presupuesto anual | 167.3 millones de pesos |
| 50 | Trasplantes | ND |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Salud.

CONCLUSIONES:

En la actualidad nuestro país enfrenta el envejecimiento paulatino de sus habitantes como consecuencia de la transición demográfica, lo que ha ocasionado la presencia creciente de enfermedades crónico-degenerativas que requieren un sistema de salud especializado. La respuesta del gobierno federal a esta problemática ha sido la introducción de un modelo integrador de atención a la salud que estructure el sistema hospitalario del país en sus diferentes niveles de servicios; no obstante, la percepción del funcionamiento de este modelo en la población no refleja a la fecha mejoras sustanciales de los servicios de salud públicos, el tránsito entre niveles de atención es todavía dificultoso.

Adicionalmente, la construcción de los hospitales regionales de alta especialidad que señala el plan maestro de infraestructura en salud está incompleta, falta ejecutar al menos cinco hospitales de esta categoría para completar las dieciocho redes de atención a la salud en que fue dividido el país. En los últimos diez años se han construido siete hospitales de alta especialidad, cuatro de ellos fueron edificadas con recursos fiscales como obra pública y tres como proyectos para prestación de servicios con apoyo del sector privado. La información sobre datos de inversión utilizada y plazos de construcción arrojan claras ventajas al esquema PPS para la provisión de infraestructura hospitalaria; al igual que los indicadores de operación, aún con la información parcial de la que actualmente se dispone.

De esta manera las asociaciones público-privadas han probado ser efectivas como instrumentos de desarrollo de infraestructura en muchos países, incluyendo el nuestro. En particular, nuestro país puede aprovechar de mejor manera su uso, analizando la práctica de la PFI británica en los aspectos relevantes de su implementación, por ejemplo la creación de organismos especializados para el impulso de PPS y de entidades de auditoría de proyectos.

También, el gobierno requiere un enfoque integral en todas las fases del esquema PPS, desde la planeación hasta la gestión de la concesión; debido a que se transfieren al sector privado los riesgos de diseño, construcción, financiamiento y operación, el gobierno debe centrarse en los resultados y beneficios del proyecto, estableciendo claramente en las bases de concurso los requisitos del servicio y de calidad esperados, así como los estándares de desempeño durante la operación de la infraestructura.

Por último, nuestro país ha logrado obtener una adecuada experiencia con la utilización de estos esquemas en el sector salud. El reto para las autoridades mexicanas es mejorar su capacidad para ejecutar adecuadamente los PPS del presente programa de salud, adaptando los actuales modelos de participación y empleando soluciones innovadoras que entreguen los mejores resultados a la sociedad en términos económicos y sociales.

REFERENCIAS:

Fuentes bibliográficas

- ❖ Hernández Llamas, H., et. al., (2006), Innovaciones en gestión hospitalaria en México, Secretaría de Salud, México
- ❖ Yescombe, E.R., (2007), Public-private partnerships - Principles of policy and finance. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Publicaciones periódicas

- ❖ Ruiz Guerrero, J.A., (2011), La transición demográfica y el envejecimiento poblacional: futuros retos para la política de salud en México, Revista electrónica Encrucijada, Octavo número mayo-agosto 2011, pp. 1-15, Centro de Estudios en Administración Pública, UNAM, México

Otras fuentes

- ❖ Morín Maya, E., (2010), Experiencia mexicana en el desarrollo de proyectos de prestación de servicios en el sector salud: caso del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, Programa para el Impulso de Asociaciones Público-Privadas en Estados Mexicanos (PIAPPEM), México
- ❖ Partnerships UK, (2012), Página de Internet: www.partnershipsuk.org.uk
- ❖ Quesada Lastiri, G., (2009), Diseño de PPS de hospitales públicos en México, Programa para el Impulso de Asociaciones Público-Privadas en Estados Mexicanos (PIAPPEM), México
- ❖ Secretaría de Hacienda y Crédito Público, (2010), Metodología para la evaluación de proyectos de hospitales de tercer nivel, México
- ❖ Secretaría de Salud, (2003), Plan maestro de infraestructura física en salud, México
- ❖ Secretaría de Salud, (2005), Proyecto PPS Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío y Unidad de Apoyo, México

- ❖ Secretaría de Salud, (2006), Modelo integrador de atención a la salud, México
- ❖ Secretaría de Salud, (2007), Hospitales regionales de alta especialidad - Esquema de proyectos para prestación de servicios, México.

ACERCA DEL AUTOR

El Mtro. Luis Rocha Chiu es egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana y de la Maestría en Ingeniería con especialidad en Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, también posee un Diplomado en Finanzas Corporativas por el Instituto Tecnológico Autónomo de México. A la fecha ha cubierto la totalidad de los créditos del Doctorado en Ingeniería de la Construcción en la Universidad Politécnica de Madrid.

Tiene una experiencia profesional de más de quince años en construcción y transporte urbano en organismos del sector público y en empresas privadas, de entre las que destacan: asesor técnico en el Senado de la República, subdirector de área en la Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal y coordinador técnico en el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR).

Es profesor de tiempo completo desde 1992 en el Área de Construcción y fue coordinador de la carrera de ingeniería civil en el período 1994-2000 en la Universidad Autónoma Metropolitana.



UN PROTOTIPO COMPUTACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PLANEACIÓN DE OBRAS CON BASE EN MODELOS BIM

Jesús Nicolás Zaragoza Grifé (expositor)

Romel Gilberto Solís Carcaño

José Antonio González Fajardo

Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería

Mérida, México

Cuerpo Académico de Ingeniería de la Construcción

zgrife@uady.mx

tulich@uady.mx

jagonz@uady.mx

“UN PROTOTIPO COMPUTACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PLANEACIÓN DE OBRAS CON BASE EN MODELOS BIM”.**RESUMEN**

La extensión de la funcionalidad de las herramientas que permitan la gestión del modelado de información de edificios (BIM), es una práctica que está tomando auge debido a las limitantes que presentan dichas herramientas en función del contexto donde se han utilizado. En este trabajo se presenta el resultado del desarrollo de un prototipo computacional que permite extender una herramienta que gestiona modelos BIM con el objetivo de proveerla con las funcionalidades de: estimación de costos y programación de obra, utilizando la sincronización entre el modelo BIM y una base de datos con la información complementaria de tiempo y costo. El prototipo permite realizar el estimado de los costos unitarios, el presupuesto de la obra, la cuantificación de la misma mediante la asociación de las instancias de los elementos que conforman el modelo BIM y la programación de la obra con el método de precedencias (PDM). Se concluye que es posible extender las herramientas existentes para la gestión de modelos BIM para adaptarlas al contexto. Los autores del trabajo consideran importante seguir explorando la utilización de estas herramientas para adaptar otros procesos de diseño-construcción que dependen en forma sustancial del contexto.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: BIM, Prototipo, Cuantificación, Estimación de Costos, Programación de Obra

INTRODUCCIÓN:

La tecnología de modelado de información de edificios (BIM, por sus siglas en inglés) se ha visto de manera gradual bien recibida por los diseñadores, los constructores e inclusive los propietarios [1]. Cada vez más, los procesos que de manera tradicional se realizaban mediante la interpretación de planos en 2D, tales como: la cuantificación, la estimación de los costos y la planeación de las obras; es posible realizarlas con la valiosa ayuda de BIM. Las posibilidades de la tecnología BIM parecen no tener límites; esto ha quedado de manifiesto dado que otros procesos han comenzado a ser abordados desde este enfoque, tales como: el aprovechamiento de espacios, el diseño energético, la ventilación, la iluminación, operación de edificios, etc. En el mercado se tienen a disposición de los usuarios herramientas que permiten la gestión de modelos BIM, tales como: Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley, por nombrar algunas. Sin embargo, a pesar del hecho de que desde el lanzamiento al mercado de dichas herramientas, sus procesos de mejora han sido sostenidos, se entiende que al final no podrán abarcar todo lo que es posible realizar con la tecnología BIM. En este sentido, se han realizado esfuerzos para lograr la interoperabilidad entre herramientas BIM y otras para otros procesos distintos pero que se pueden asociar. Este enfoque requiere del establecimiento de estándares de comunicación entre dicho software. El problema principal radica en que cada herramienta evoluciona de manera acelerada pero por separado, por lo que se hace difícil mantener un estándar adecuado. Por otro lado, otro enfoque ha sido la extensión de las herramientas BIM existentes; tal es el caso de Autodesk Revit mediante su RevitAPI SDK que permite al usuario desarrollar aplicaciones a la medida, para que aprovechen toda la potencialidad de la gestión del modelo BIM.

En este trabajo son presentados los resultados del desarrollo y programación de una extensión para Autodesk Revit 2014 con el objeto de adicionar la

funcionalidad para la estimación de costos, cuantificación y programación de obra mediante el método de precedencias (PDM, por sus siglas en inglés).

RevitSDK

Autodesk RevitSDK es un conjunto de clases programables en el entorno .NET Framework de Microsoft. Estas clases están incrustadas en dos archivos de extensión DLL: RevitAPI.dll y RevitAPIUI.dll. Cada una de ellas maneja aspectos distintos del modelo BIM en Revit, así como también de la interfaz de usuario para su manipulación. Mientras que con RevitAPI.dll se tiene acceso a todos los elementos, familias y demás componentes que conforman el modelo BIM; con RevitAPIUI.dll se permite el acceso a los elementos de la barra de menú de Autodesk Revit; con la cual se hace posible la creación de comandos para ejecutar tareas específicas sobre el modelo BIM. Existe literatura extensa acerca de cómo aprovechar al máximo las capacidades RevitSDK; una de ellas es la de (Rudder, D, Instant Autodesk Revit 2013 Customization with .NET how-to, 2013). También existen varios blogs en internet con información de carácter práctico tal es el caso de (Tammik, J., The Building Coder, 2013).

Estructura de la extensión

SincoBIM es el nombre de la extensión desarrollada para Autodesk Revit, objeto de este trabajo. SincoBIM está conformada por un conjunto de clases programada en Visual Studio 2012 y se instala como un archivo denominado SincoBIM.dll. La extensión utiliza una base de datos en SQLite para hacer persistir la información que mantiene sincronía con el archivo de extensión RVT de un proyecto BIM en Autodesk Revit. SincoBIM se incrusta en Autodesk Revit en su menú principal como un proveedor de funcionalidad extendida para la estimación de costos y programación de obra del proyecto BIM modelado. SincoBIM permite la importación de presupuestos realizados en el sistema estimación de costos

SincoWfi [2]. Se utilizaron otros componentes tales como: DXExperience [3] para interface gráfica de usuario, así como el componente para diagramas de Gantt GTP.NET [4].

Interface gráfica de usuario

La interface gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés) de SincoBIM se divide en un menú principal denominado SincoBIM el cual se descompone en seis paneles: Archivo, Conceptos, Proyecto, Presupuesto, Modelado y Programa de Obra. Cada uno de los paneles cuenta con comandos que permiten realizar acciones muy específicas. En la Figura 1 se muestra el menú principal de SincoBIM y sus seis paneles.

Figura 1: Menú principal de SincoBIM



El Panel de Archivo mostrado en la Figura 2, permite al usuario las siguientes acciones: crear una nueva base de datos para asociarla con el modelo BIM de Revit, abrir una base de datos existente, abrir la última base de datos trabajada en una sesión previa. Cabe mencionar que hasta que se abre un archivo o se crea uno nuevo los demás paneles del menú SincoBIM son activados.

Figura 2: Panel de Archivo



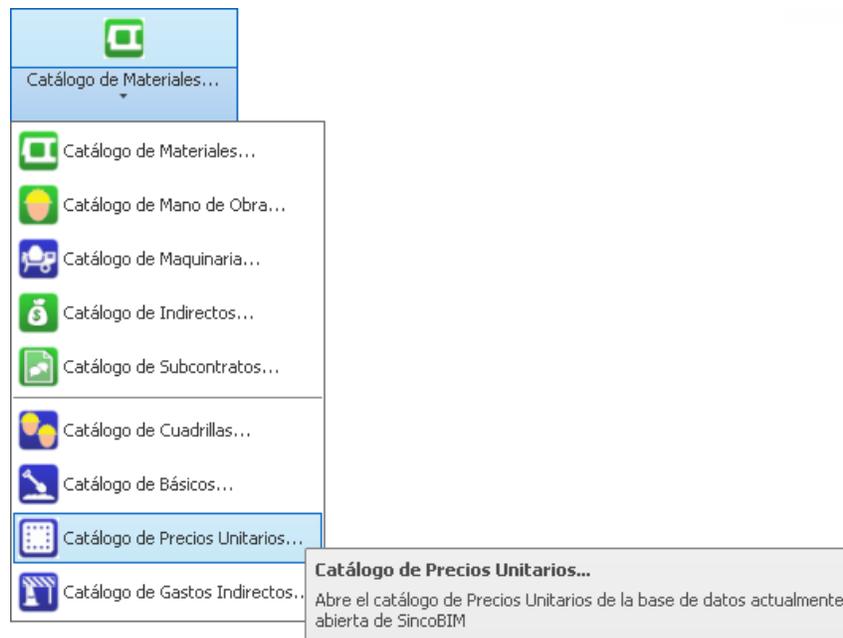
Para acceder a la funcionalidad de estimación de costos, el Panel de Conceptos mostrado en la Figura 3, permite desplegar los catálogos de los diferentes tipos de conceptos o recursos que forman un presupuesto de obra.

Figura 3: Panel de Conceptos



En la Figura 4, se muestran todos los comandos disponibles para acceder a los diferentes catálogos de conceptos por tipo.

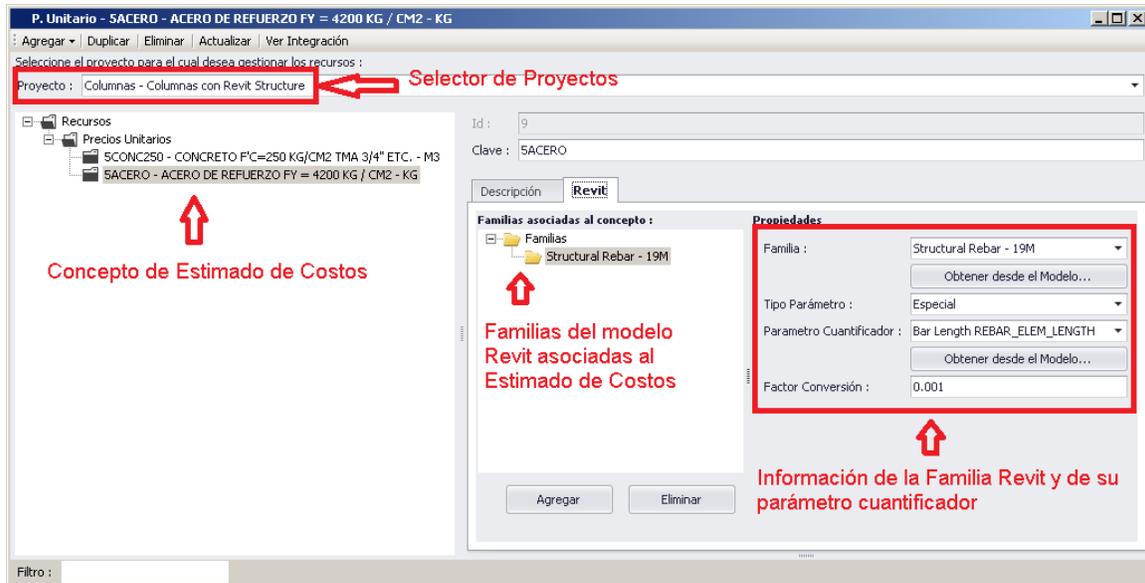
Figura 4: Comandos del panel de Conceptos



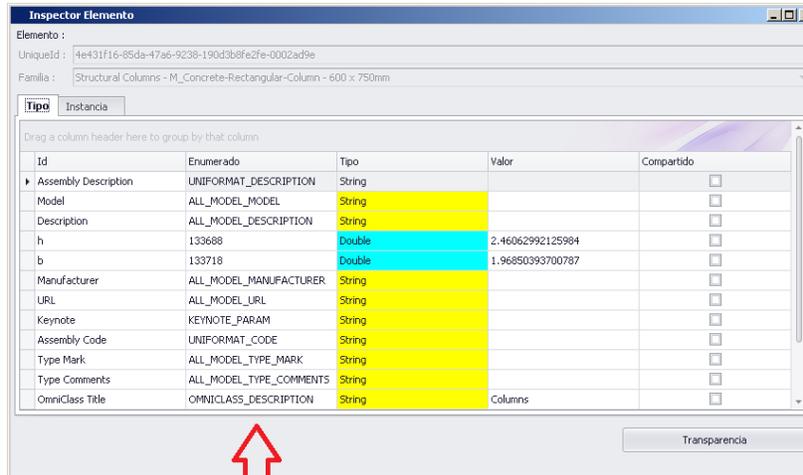
En la Figura 5 se muestra a manera como ejemplo ilustrativo la ventana del análisis de un precio unitario así como el recuadro de edición de asociación del estimado de costos con sus familias tomadas del modelo Revit. Esta parte es una

de las más importantes de SincoBIM, ya que es lugar donde se define la asociación entre los estimados de costo que conforman un presupuesto de obra y las familias de elementos geométricos que les corresponden del modelo Revit. Cabe mencionar que cada familia en Revit tiene distintos parámetros que aportan información particular sobre las instancias de sus elementos en el modelo. Por ejemplo, si en el modelo existe un muro de concreto y en el presupuesto se tiene un estimado de costo relativo a la fabricación y colado del concreto para dicho muro, entonces se tiene que asociar el estimado de costo con la familia del muro correspondiente y colocar como parámetro de cuantificación el volumen que reporta cada elemento de esa familia en el modelo. De esta manera todos los elementos de dicho tipo de muro podrán ser asociados posteriormente a una cuenta perteneciente a una partida en un presupuesto para cuantificar el volumen de concreto. SincoBIM permite asociar de manera interactiva la familia y el parámetro de cuantificación mediante la selección de un elemento desde una vista del modelo en Revit. Se implementa un factor de conversión en el caso de que la información proporcionada por el modelo Revit necesite adaptarse a las unidades del estimado de costo del presupuesto. Se pueden asociar varias familias de Revit a un estimado de costos. Por ejemplo: se pueden asociar las familias pertenecientes a elementos constructivos tales como: zapatas, trabes y columnas de concreto y utilizar para la cuantificación del volumen a fabricar y colar de concreto el parámetro del volumen neto de los elementos. Este tipo de asociaciones permite que más de un tipo de elemento pueda aportar a la cuantificación de los estimados de costos para un presupuesto de obra.

Figura 5: Pantalla del catálogo de Precios Unitarios mostrando la edición de la asociación de estimado de costos con familias del modelo Revit



Para poder saber qué parámetros tiene un elemento del modelo en Revit, SincoBIM tiene una herramienta denominada inspector de elementos. De la Figura 5 en el recuadro de propiedades de las familias asociadas se observa el botón debajo del parámetro cuantificador con la leyenda: “Obtener desde el Modelo...”, esto permite al usuario seleccionar un elemento de la familia correspondiente y desplegar la herramienta para inspeccionar todos los parámetros de la instancia seleccionada. En la Figura 6 se muestra un ejemplo de esta ventana. De esta ventana se permite escoger el parámetro que servirá como cuantificador, a la vez que sirve para explorar los valores que actualmente tiene el elemento seleccionado. Si bien Revit tiene un explorador de propiedades del elemento, el Inspector del Elemento de SincoBIM muestra el tipo de valor que tiene cada parámetro por lo que es más sencillo identificar que parámetro usar para la cuantificación.

Figura 6: Inspector de elementos de SincoBIM

Parámetros de la Familia
Revit del Elemento
Seleccionado

Para poder crear un presupuesto de obra, es necesario crear un proyecto o seleccionar uno existente. El Panel de Proyecto mostrado en la Figura 6 tiene dos comandos principales que se muestran en la Figura 7. Por un lado permite la selección de algún proyecto para el cual se quiere estimar sus costos y realizar su programa de obra; por otro lado se tiene un comando que permite la creación de un nuevo proyecto o la edición de alguno existente. También cuenta con una caja de texto que retroalimenta al usuario con una etiqueta con la información del proyecto actualmente seleccionado.

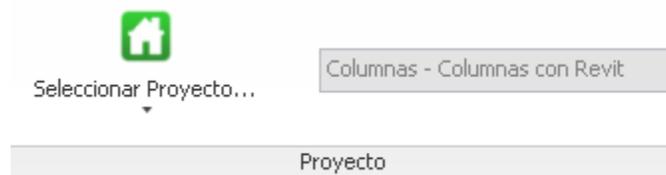
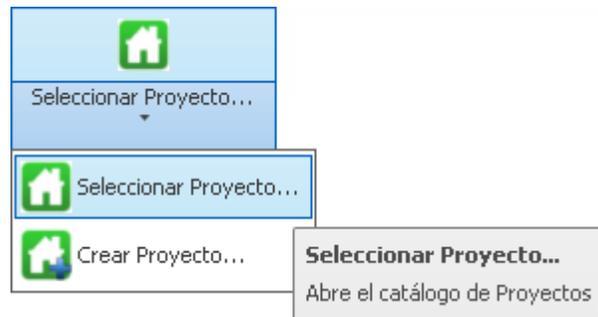
Figura 7: Panel del Proyecto

Figura 8: Comandos del Panel Proyecto

En la Figura 9 se muestra el comando de edición del Presupuesto de Obra del proyecto actualmente seleccionado.

Figura 9: Panel del Presupuesto

Al ejecutar el comando de edición del presupuesto se mostrará una pantalla como la que se muestra en la Figura 10. La información en la pantalla del presupuesto se divide de tal forma que la estructura de desglose de los trabajos del proyecto se encuentra en un recuadro en la parte izquierda. En este recuadro se define los agrupadores que empaquetan cuentas de estimados de costos. En términos de la Ingeniería de costos a estos agrupadores se les conoce dependiendo de su nivel jerárquico dentro de la obra como: capítulos, partidas, sub partidas, etc. En el recuadro de la derecha se tiene la información de las cuentas que asocian agrupadores con estimados de costos. La información clásica para el estimado de costo consta de: clave, tipo, descripción, unidad y costo unitario. Mientras que

para la cuenta los elementos de información clásico son la cantidad y el importe definido como el producto del costo unitario por la cantidad. Para el caso de SincoBIM se han agregado tres columnas adicionales: la familia, los filtros y el indicador de la forma en la que se editará la cantidad de la cuenta. La columna familia permite especificar una o todas las familias asociadas al estimado de costo. Mientras que los filtros establecen criterios de asociación de elementos del modelo BIM con la cuenta del agrupador. Por ejemplo, si se tiene un estimado de costo para “tubería sanitaria de PVC de 100 mm de diámetro”, la familia asociada desde el modelo Revit puede tener distintos diámetros, por lo que se puede establecer que solamente se puedan asociar instancias de elementos de dicha familia pero que cumplan con la condición de que su diámetro sea de 100 mm. Es decir, si un elemento del modelo es de la familia PVC sanitario pero su diámetro es de 75 mm; entonces este elemento no podrá ser asociado a la cuenta por no cumplir con el la condición del filtro.

Figura 10: Pantalla del Presupuesto con la pestaña de Cuentas seleccionada

The screenshot shows the 'Presupuesto de la obra Columnas con Revit Structure' window. The 'Cuentas' tab is active, displaying a table with the following data:

| Clave | Tipo | Descripción | Unidad | Familias | Filtros | Costo | Cantidad | I. Presupuestado | Por Modelo |
|----------|-----------|--------------------------------------|--------|-------------|---------|------------|----------|------------------|-------------------------------------|
| SCONC250 | PUnitario | CONCRETO FC=250 KG/CM2 TMA 3/4" ETC. | M3 | Structur... | | \$2,500.00 | 2.260000 | \$5,650.00 | <input checked="" type="checkbox"/> |

Below the table, the summary section shows:

- Importe del Agrupador / Partida: Total = 5,650.00
- I.V.A. = 904.00
- Total Neto = 6,554.00

En la Figura 11 se muestra lo mismo que la Figura 10 pero se tiene seleccionada la pestaña con la etiqueta “Elementos”. En esta pestaña se muestran todos los

elementos asociados a la cuenta seleccionada del presupuesto. Esta parte viene a ser los números generadores para la cuenta del presupuesto, solamente que la cantidad total está en función de la suma de las aportaciones de los volúmenes de cada instancia de elemento del modelo Revit asociado a la cuenta. Cabe mencionar que si el modelo cambia las cantidades asociadas también la harán, de esta forma se mantiene la sincronía del modelo con su costo asociado.

Desde esta ventana se puede realizar la asociación de uno o varios elementos del modelo Revit con la cuenta previamente seleccionada del presupuesto. Es importante mencionar que es una de las dos formas que SincoBIM tiene para asociar elementos al presupuesto. En este caso el modelo ya se tiene hecho y solamente se asocian a la cuenta instancias de elementos del modelo Revit que se escojan por el usuario.

Figura 11: Pantalla del Presupuesto con la pestaña de Elementos seleccionada

Elemento del modelo Revit asociado a la Cuenta

Información de la Cuenta

| Etapa | Eje | Tramo | Ubicación | Cantidad | Observaciones | Existe | Adicional |
|--------|-----|-------|-----------|----------|---------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Etapa1 | A-1 | | | 1.1300 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Etapa1 | A-2 | | | 1.1300 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Etapa Constructiva de cada Elemento del modelo Revit

Cantidad que aporta el elemento al volumen de la Cuenta

Indica si existe en el modelo Revit

La segunda forma SincoBIM tiene de asociar instancias de elementos al modelo es mediante el panel de modelado. En la Figura 12 se muestran los comandos disponibles.

Figura 12: Panel del Modelado

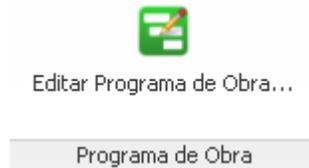


Para asociar elementos mediante el modelado se necesita primeramente seleccionar una cuenta destino para la asociación de las instancias que el usuario pretenda modelar. Seguidamente, se presiona el comando de “Iniciar modelado...”, esto pone a Autodesk Revit en un estado en el que todas las instancias que se modelen a partir de esta acción se asocien a la cuenta seleccionada. Sin embargo solamente serán asociadas aquellas instancias de elementos que se correspondan con las familias asociadas al estimado de costos que pertenece a la cuenta seleccionada. Una vez que a juicio del usuario se termine de modelar para esa cuenta, se ejecuta el comando de detener modelado y Autodesk Revit deja de asociar los elementos a la cuenta. Al final todo lo modelado de esta forma de forma interactiva se asocia con el presupuesto. Dependiendo de cómo quiera trabajar el usuario puede asociar instancias de elementos de las dos formas descritas.

Finalmente, SincoBIM permite realizar la programación de la obra por el método de precedencias (PDM, por sus siglas en inglés). En la Figura 13 se muestra el Panel del Programa de obra que tiene un solo comando que permite la edición del programa. Otro aspecto importante del recuadro de los elementos asociados a la cuenta del presupuesto es la definición de las etapas constructivas. Es aquí donde

se puede especificar cuáles elementos se construirán en qué etapa ya que de esta forma es posible realizar un programa con suficiente nivel de detalle para ser utilizado durante la construcción del proyecto.

Figura 13: Panel del Programa de Obra



Al ejecutar el comando de edición del programa de obra se despliega una ventana como la que se ilustra en la Figura 14. Por medio de la interfaz de usuario de esta ventana se pueden definir distintas etapas para cada una de las cuentas del presupuesto de obra. Se pueden definir también las precedencias para conformar la red de actividades para poder calcular la duración y las fechas del programa de obra. Cabe mencionar que se puede definir un calendario personalizado para tomar en cuenta aquellos días que no se trabajan ya sea por costumbre o por ley.

Figura 14: Pantalla del Programa de Obra

La imagen muestra una captura de pantalla de una interfaz de usuario para el "Programa de Obra". La ventana principal contiene:

- Selector de Proyectos:** Una barra superior que muestra el proyecto seleccionado: "Columnas - Columnas con Revit Structure".
- Estructura de Desglose:** Una tabla con columnas: Clave, Descripción, Duración, PT, PT, y una barra de Gantt.

| Clave | Descripción | Duración | PT | PT |
|----------|---------------------------|----------|-------------|----|
| Columnas | Columnas con Revit Str... | 12 | 16/oct/2013 | |
| P-01 | ESTRUCTURA | 12 | 16/oct/2013 | |
| S00NC25 | CONCRETO F'c=250 Kg... | 12 | 16/oct/2013 | |
- Diagrama de Gantt:** Una barra de tiempo que muestra las etapas "Etapas1" y "Etapas2" con sus respectivas duraciones y precedencias.
- Propiedades:** Una sección inferior izquierda que muestra los detalles de la cuenta seleccionada, como el agrupador "P-01 ESTRUCTURA" y la descripción "CONCRETO F'c=250 KG/CM2 TMA 3/4" ETC. - M3 (2.260000 + 0.000000 = 2.260000)".
- Información de la Precedencia:** Una sección inferior derecha que muestra los parámetros de la precedencia, como el tipo "Fin - Principio", los lag (2 días), y las fechas de inicio y terminación.

Las anotaciones en rojo indican:

- Selector de Proyectos:** Señala la barra superior.
- Estructura de Desglose:** Señala la tabla de actividades.
- Diagrama de Gantt:** Señala la barra de tiempo.
- Etapas constructivas de la Cuenta:** Señala las barras de Gantt para "Etapas1" y "Etapas2".
- Precedencia:** Señala la línea que conecta las etapas.
- Información de la Precedencia:** Señala la sección de propiedades de la precedencia.
- Información de la Etapa constructiva:** Señala la sección de propiedades de la etapa.
- Información del Programa de Obra:** Señala la barra inferior que muestra la fecha de inicio (16/10/2013), la fecha de terminación (28/10/2013) y la duración (12 días).

Las etapas de construcción son las actividades que se programan y para las cuales se definen sus precedencias.

CONCLUSIONES:

El prototipo presentado en este trabajo es una muestra de lo que se puede lograr al extender la herramienta Autodesk Revit mediante el uso de su RevitSDK y otras herramientas. Las posibles aplicaciones de estas herramientas orientadas a la tecnología BIM son ilimitadas.

Por otro lado queda de manifiesto que las aplicaciones actuales requieren de la conjunción de distintas disciplinas tales como: Arquitectura, Construcción, Ingeniería Civil, Ingeniería de Software, Ingeniería de Procesos, etc.; es decir la multi disciplinariedad y las trans disciplinariedad bases fundamentales de la tecnología BIM mismas que se hacen presentes.

Los autores consideran importante el seguir explorando las capacidades de las herramientas aquí presentadas, sobre todo cuando se hace necesaria la adaptación de procesos de diseño-construcción que son sensibles al contexto donde se llevan a cabo. Es aquí cuando al permitirse la extensión de la funcionalidad de una herramienta; las puertas quedan abiertas al desarrollo especializado para intentar resolver problemas específicos del contexto.

REFERENCIAS:

- ❖ Pramod K., R. (2012) BIM for Building Owners and Developers Making a Business Case for Using BIM on Projects, Wiley, USA.
- ❖ SincoWfi, 4, México, <http://www.sincowfi.ingenieria.uady.mx/>
- ❖ DXExperience WinForms, 12, EUA, <https://www.devexpress.com/>
- ❖ GTP.NET, 4, Suecia, <http://plexityhide.com>

ACERCA DE LOS AUTORES

El M. en Ing. Const. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Actualmente es Profesor de tiempo completo del Cuerpo Académico de Ingeniería de la Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

El M. en Ing. Const. Romel Gilberto Solís Carcaño estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ingeniería Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Actualmente es Profesor de tiempo completo del Cuerpo Académico de Ingeniería de la Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

El M. en Ing. José Antonio González Fajardo estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ciencias en la Universidad de Berkeley, California, USA. Actualmente es Profesor de tiempo completo del Cuerpo Académico de Ingeniería de la Construcción de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.



SISMO, EDIFICIOS DAÑADOS, Y RECOMENDACIONES

Arq. Cesar J. Carpio Utrilla
Profesores de la Universidad Autónoma Metropolitana
Ciencias y Artes para el Diseño
México, D.F., México
Administración y Tecnología para el Diseño
Departamento de Procesos y Técnicas de Realizaciones
cjcu@correo.azc.uam.mx

Introducción

Un movimiento sísmico es un movimiento vibratorio producido por la pérdida de estabilidad de masas de la corteza terrestre. Cuando el movimiento llega a la superficie y se propaga por ésta le llamamos terremoto (sismo). Ésta pérdida de estabilidad se asocia generalmente a los límites de las placas tectónicas. El fenómeno sísmico es similar al hecho de arrojar un objeto a un estanque de agua. En ese caso, la energía liberada por el choque de dicho objeto con la superficie del agua se manifiesta como un frente de ondas, de forma circular, que se aleja en forma concéntrica del punto donde cayó el objeto.

Durante el sismo el suelo se mueve de forma oscilatoria, tanto en sentido horizontal como vertical. El movimiento del suelo se desarrolla de forma más o menos aleatoria, especialmente en el epicentro (área central del sismo). La energía sísmica es transmitida por el suelo a la construcción que le es solidaria, y esta reacción por inercia, determina frente a los movimientos sísmicos deformaciones, u otra forma de trabajo interno que disipa la energía recibida.

Si la capacidad de disipación de energía de la estructura no es suficiente, posiblemente se producirán importantes daños en extensas áreas del edificio, por deformación excesiva, agrietamientos o colapso. Si en forma similar a las ondas en el agua las ondas sísmicas se alejan del foco propagándose por el interior de la tierra, éstas, generarán vibraciones en la superficie de la misma, tal y como sucedió durante el sismo del 19 de septiembre de 1985, cuyo epicentro se ubicó en la costa de Michoacán y fue sentido a distancias de hasta 1 000 km del epicentro.

El movimiento sísmico se propaga concéntricamente y de forma tridimensional a partir de un punto en la corteza profunda o manto superficial (en general, en la Litosfera), en el que se pierde el equilibrio de masas. A este punto se le denomina hipocentro. Cuando las ondas procedentes del hipocentro llegan a la superficie terrestre se convierten en bidimensionales y se propagan en forma concéntrica a partir del primer punto de contacto con ella. Este punto llama epicentro, según nos alejamos del hipocentro se produce la atenuación de la onda sísmica.

Las ondas sísmicas son similares a las ondas sonoras y, según sus características de propagación, las clasificamos en:

- Ondas "p" o primarias: llamadas así por ser las más rápidas, y por tanto, las primeras que se registran en los sismógrafos. Son ondas de tipo longitudinal, es decir, las partículas rocosas vibran en la dirección de avance de la onda. Se producen a partir del hipocentro y se propagan por medios sólidos y líquidos en las tres direcciones del espacio.
- Ondas "s" o secundarias: algo más lentas, son ondas de tipo transversal, es decir, la vibración de las partículas es perpendicular al avance de la onda. También se producen a partir del hipocentro y se propagan en forma tridimensional, pero únicamente a través de medios sólidos.
- Ondas "L" o largas: se propagan sólo por la superficie, por lo que también se les llama ondas superficiales, se propagan a partir del epicentro. Éstas son las que generan fuerzas importantes que interactúan con las estructuras durante los terremotos

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS SÍSMICAS

Velocidad de las ondas "p"

$$v_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Velocidad de las ondas "s"

K = Módulo de compresibilidad

ρ = Densidad

μ = Rigidez

En ambos casos la densidad está en el denominador y la rigidez en el numerador, (son "inversamente proporcionales" a la densidad y "directamente proporcionales"

a la rigidez), esto quiere decir que cuanto más densa es la materia que atraviesan, tanto más lentas son, mientras que, cuanto más rígidas tanto más rápidas.

TIPOS DE SISMOS

Microsismos: pequeñas vibraciones en la corteza terrestre provocadas por causas diversas. Entre las más frecuentes se encuentran grandes tormentas, hundimiento de cavernas, desplomes de rocas, etc.

Sismos volcánicos: a veces los fenómenos volcánicos pueden generar movimientos sísmicos. Tal es el caso del hundimiento de calderas volcánicas, destape de las chimeneas en una erupción u otras.

Los sismos de tipo tectónico: son los verdaderos movimientos sísmicos y los de mayor intensidad. Generalmente asociados a fracturas (fallas), se producen por formación de fallas, movilización de fallas preexistentes o por movimiento de fallas asociadas.

La intensidad del terremoto se refiere a la magnitud del movimiento sísmico y, por tanto, está en relación con la energía liberada por la Tierra en dicho movimiento. Las ondas sísmicas se registran en sismógrafos, en ellos quedan registradas las ondas correspondientes a los tres tipos. Las líneas que describen estas ondas y su medición nos aportan información sobre la intensidad del terremoto

Las dos escalas sísmicas son la de Mercalli y la de Richter. Aunque la primera ha sido muy utilizada, en la actualidad va perdiendo importancia en favor de la segunda.

ESCALA DE RICHTER – INTENSIDAD-

Descripción:

I. Muy débil. Lo advierten pocas personas y en condiciones de percepción especialmente favorables (reposo, silencio total, en estado de mayor concentración mental, etc.)

II. Débil. Lo perciben sólo algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.

III. Leve. Se percibe en el interior de los edificios y casas. No siempre se distingue claramente que su naturaleza es sísmica, ya que se parece al paso de un vehículo liviano.

IV. Moderado. Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Es sentido por todos en el interior de los edificios y casas. La sensación percibida es semejante al paso de un vehículo pesado. En el exterior es poco perceptible.

V. Poco Fuerte. Sentido por casi todos, aún en el exterior. Durante la noche muchas personas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan.

VI. Fuerte. Lo perciben todas las personas, se siente inseguridad para caminar. Se quiebran vidrios de algunas ventanas, vajillas y objetos frágiles, los muebles se desplazan y se vuelcan. Se producen grietas en algunos aplanados. Se hace visible el movimiento de árboles y arbustos.

VII. Muy fuerte. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie, se percibe en automóviles en marcha. Causa daños en vehículos y estructuras de albañilería mal construidas, caen trozos de aplanado, ladrillos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos.

VIII. Destructivo. Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y a veces derrumbe parcial de estructuras de albañilería bien construidas. Caen chimeneas, monumentos, columnas, torres y estanques, las casas de madera se desplazan y se salen totalmente de las bases.

IX. Ruinoso. Se produce inquietud general, las estructuras corrientes de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente, las estructuras de madera son removidas de sus cimientos, se pueden fracturar las cañerías y ductos subterráneos.

X. Desastroso. Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Se producen grandes daños en represas, diques y malecones. Los rieles de ferrocarril se deforman leve o fuertemente.

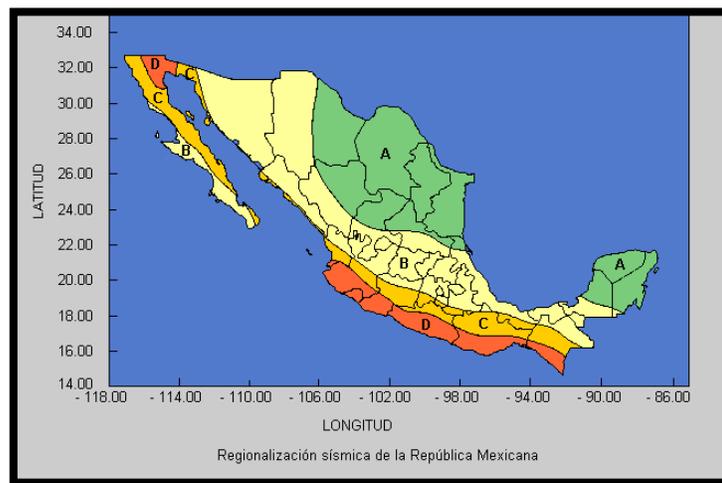
XI. Muy desastroso. Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles del ferrocarril quedan fuertemente deformados. Las cañerías y ductos quedan totalmente fuera de servicio.

XII. Catastrófico. El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de rocas. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perfiles de las construcciones quedan distorsionados.

LOCALIZACIÓN Y MAGNITUD

La determinación del epicentro del terremoto requiere de la triangulación de los datos de tres estaciones sísmicas que lo hayan registrado. La determinación de la magnitud o escala Richter se realiza combinando la amplitud de la onda medida en el sismograma y la distancia al epicentro de la estación que registra el terremoto.

ZONAS SÍSMICAS DE LA REPÚBLICA

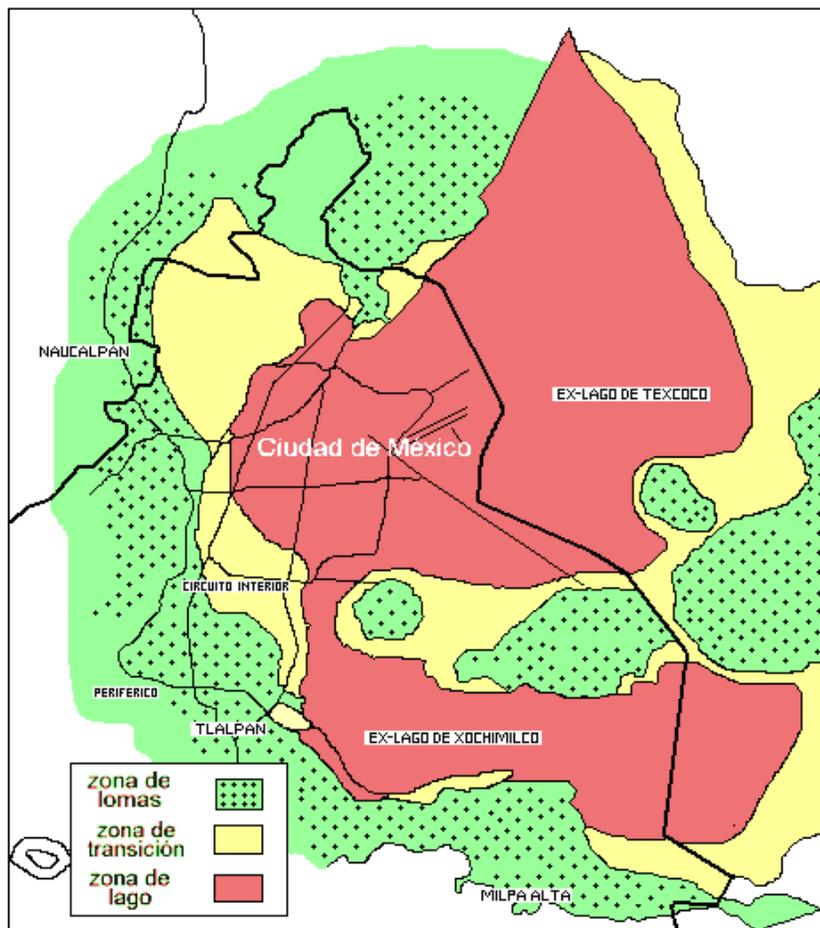


La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones.

ZONAS SÍSMICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

La zona I, firme o de lomas, (verde) localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta consistencia y poco compresibles, amortiguan la acción sísmica en función a la distancia al epicentro del sismo. La zona II o de transición: (amarilla) presenta características

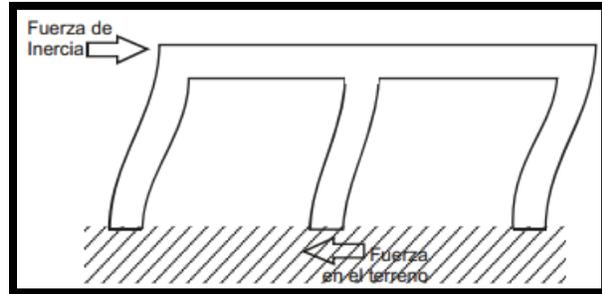


intermedias entre la zona I y la III. La zona III o de lago (roja) localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (Texcoco y Xochimilco).- El tipo de suelo está constituido por depósitos lacustres muy blandos y compresibles con alto contenido de agua, que favorecen la amplificación de las ondas sísmicas CONSIDERACIONES GENERALES. De los efectos sísmicos en las estructuras.

Variables para el control de la respuesta estructural

INERCIA

La fuerza de inercia es la generada por el movimiento sísmico del suelo que se transmite a los edificios apoyados sobre el terreno, debido a que la base del edificio tiende a seguir el movimiento del suelo, la masa del edificio por inercia se opone a ser desplazada dinámicamente y seguir el movimiento de su base.



PERÍODO Y RESONANCIA

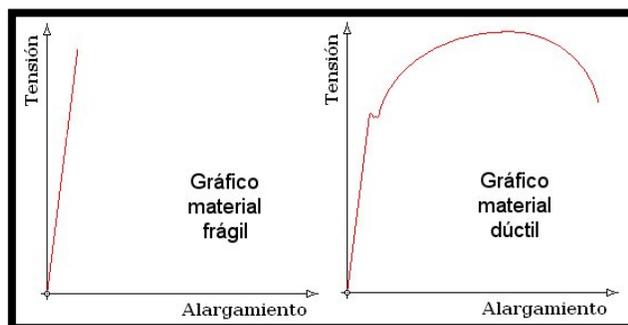
El período es el tiempo que tarda un objeto en cumplir un ciclo cuando vibra, es una característica única del objeto y no se altera a menos que sea forzado a cambiarlo. En un edificio el período (T) depende de la relación entre la masa y la rigidez del sistema (K). $T=2\pi\sqrt{M/K}$. Resonancia: es el aumento en la magnitud del movimiento de la estructura provocado por la suma del período vibratorio de la misma y la del terreno.

AMORTIGUAMIENTO

El amortiguamiento es una característica estructural, que influye en la respuesta sísmica porque decrece el movimiento oscilatorio, se expresa normalmente como una fracción del amortiguamiento crítico (ζ), donde el movimiento resultante en vez de ser oscilatorio decrece exponencialmente con el tiempo hasta hacerse cero.

DUCTILIDAD

La ductilidad se refiere a la capacidad de un sistema estructural de sufrir deformaciones considerables, (por encima del límite elástico) bajo una carga aproximadamente constante, sin padecer daños excesivos. Esta es



una propiedad muy importante en una estructura que debe resistir efectos sísmicos, ya que elimina la posibilidad de una falla frágil y además suministra una fuente adicional de amortiguamiento.

Es por ello que una parte importante del diseño sísmico consiste en proporcionar a la estructura (además de la resistencia necesaria), la capacidad de deformación que permita la mayor ductilidad posible para salvar así a un edificio del colapso. La ductilidad μ , según la Ecuación, se define como el cociente entre el máximo desplazamiento (δ_p) y el desplazamiento de cedencia (δ_y).

RESISTENCIA Y RIGIDEZ

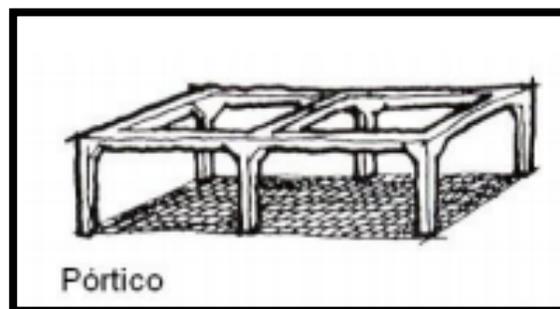
Son dos de los aspectos más importantes del diseño sísmico. La resistencia es el parámetro de diseño donde se busca que las dimensiones de los elementos garanticen la integridad de la estructura sometida a todas las combinaciones de carga posibles y la rigidez relaciona la deformación de la estructura con las cargas aplicadas; este parámetro asegura que la estructura cumpla con las funciones impuestas

La selección de un sistema estructural está determinada por muchos factores, estos son lo que determinan la rigidez del edificio y su distribución en planta incide en la ubicación del centro de rigidez.

CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES ALTERNATIVOS:

PÓRTICOS

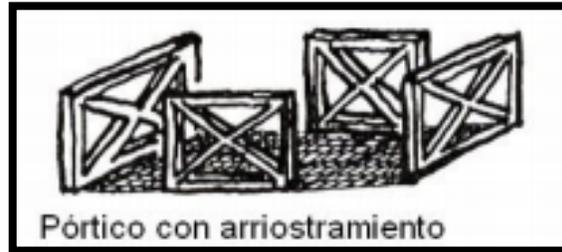
Es un sistema estructural que puede resistir, por lo general, las fuerzas sísmicas; la ventaja principal que posee es su fácil diseño y construcción para resistir grandes demandas de ductilidad, así como la flexibilidad para la



distribución de los espacios internos. Sin embargo, su eficiencia, basada en la resistencia a flexión de vigas y columnas es baja a menos que las secciones transversales de los elementos sean extraordinariamente grandes.

PÓRTICO CON ARRIOSTRAMIENTO

El pórtico rigidizado o arriostrado con elementos diagonales o muros de rigidez, permite aumentar la capacidad lateral sin un costo excesivo. Mediante la acertada distribución de elementos rigidizantes, se puede mantener la



ventaja de la estructura a base de pórticos (distribución de espacios internos y ductilidad), a la vez que la resistencia lateral se ve aumentada. Consideraciones económicas y arquitectónicas, pueden impedir el uso de estos elementos en algunos casos y en otros, pueden presentar desventajas técnicas importantes, ya que en estos sistemas se requiere evitar concentraciones de rigidez en un pequeño número de elementos.

MUROS DE CORTANTE

Muros resistentes al cortante. También denominados muros de cortante, forman un sistema que posee una gran rigidez y resistencia a los desplazamientos laterales, las proporciones de los muros son de tal forma que domina la falla por corte sobre la de flexión. Asimismo, poseen poca flexibilidad para la distribución de espacios internos, debido a los requisitos del sistema.



DIAFRAGMA

Este sistema se refiere a los elementos horizontales de la edificación (pisos y techos), que trasladan las fuerzas laterales a los sistemas resistentes verticales, (muros resistentes al cortante, pórticos o pórticos con arriostramiento). Los diafragmas deben ser infinitamente rígidos para cumplir con la función de trasladar las fuerzas laterales a los sistemas resistentes. También pueden actuar con una rigidez muy baja (diafragmas flexibles), tal como sucede en los sistemas de pisos formados por vigas en una dirección y una losa de lámina delgada. Dicha alternativa no distribuye las fuerzas laterales de manera proporcional a la rigidez del sistema vertical, además existe la posibilidad de ceder ante el empuje generado por el sistema vertical resistente, por lo que invalidan las hipótesis del análisis sísmico y requieren de un estudio especial.

RECOMENDACIONES DE DISEÑO

El diseño de los elementos no estructurales se debe basar en los siguientes criterios: Las fallas no deben ocasionar pérdidas en vidas humanas ni entorpecer la evacuación del edificio. En cuanto a daños materiales: busca disminuir los costos que acarrearán las reparaciones de los elementos no estructurales que en algunos casos se aproxima al costo original del edificio. De la continuidad de operación: Es conveniente que un edificio o una zona particular dentro de la estructura, continúe operando durante y después de un evento sísmico. Por ejemplo un hospital o centros de emergencias que deben seguir operando de manera normal especialmente después de un sismo.

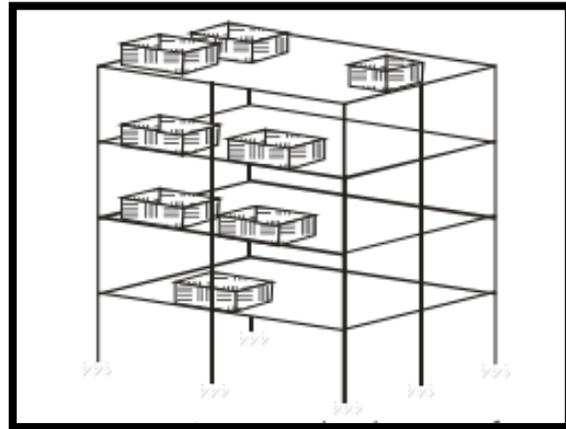


PROCESO DE DISEÑO

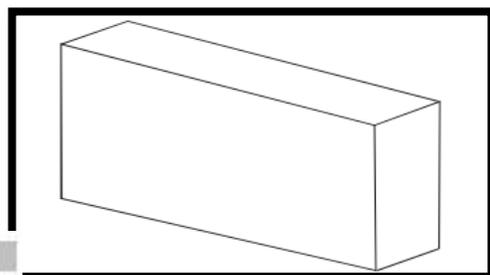
En el proceso de diseño se deben tomar en cuenta las características que son relevantes en el comportamiento sísmico del edificio: El peso, la planta, la elevación y la proporción, la uniformidad y distribución del sistema estructural, así como las distancias y dimensiones.

- **Peso.** En cuanto al diseño por peso hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones: La respuesta sísmica del edificio es difícil de cuantificar cuando la distribución de paredes es de forma complicada, las plantas presentan alas, vestíbulos, balcones, torres, techos en volado, también las que posean aberturas para escaleras, elevadores, ductos y tuberías así como los techos con vacíos para alojar claraboyas, cubos de ventilación y chimeneas. **Se recomienda evitar las masas que sean innecesarias porque se traducen en fuerzas innecesarias.**

- Además las masas ubicadas en las partes altas de un edificio no son favorables, porque la aceleración crece con la altura, de manera que es conveniente ubicar en los pisos bajos las áreas donde se prevean mayores concentraciones de pesos (tales como archivos, bóvedas, equipos de radiología, etcétera). También se debe impedir las fuertes diferencias de peso en pisos sucesivos y tratar que el peso del edificio esté distribuido simétricamente en la planta de cada piso, una posición asimétrica genera un mayor momento de torsión.

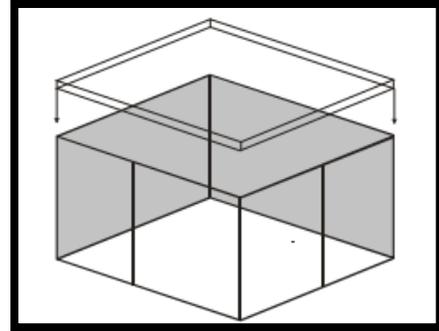


- **Longitud de planta.** Las estructuras con dimensiones considerables en planta, experimentan grandes

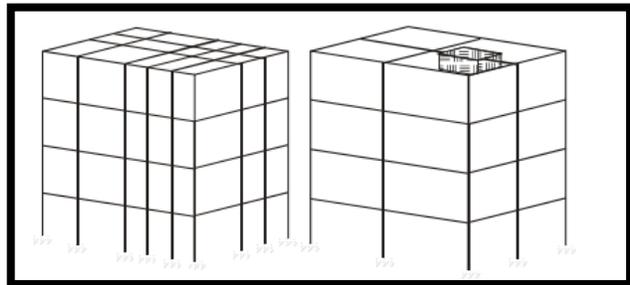


variaciones de la vibración a lo largo de la estructura, las que generan fuerzas de rotación. Estas variaciones se deben a las diferencias entre las estructuras y las condiciones geológicas.

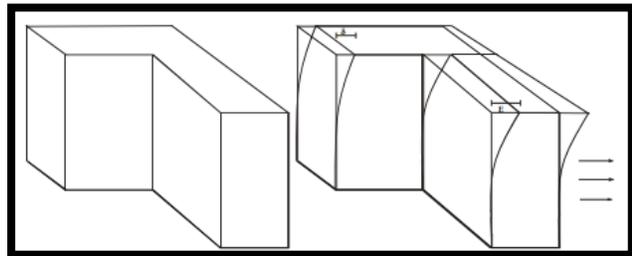
- Perimetral: Los muros laterales y/o traseros están sobre los límites de la construcción por lo que no tiene aberturas, mientras la fachada frontal con ventanas hacia la calle es abierta; por lo que el techo tiende a torcerse, generando problemas sobre el edificio.



- Falsa simetría: Edificios que poseen una configuración en apariencia sencilla, regular y simétrica, pero debido a la distribución de la estructura o la masa, es asimétrica.

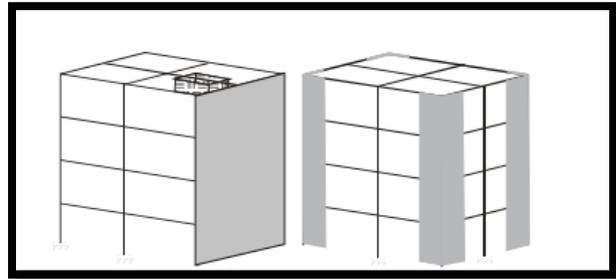


- Esquina: Plantas con formas en L, T, U, H, X, o una combinación de estas. Durante un movimiento sísmico cada ala tiene un movimiento diferente y la esquina interior o entrante, que es la unión entre las dos alas adyacentes es la parte que más daño va a presentar.

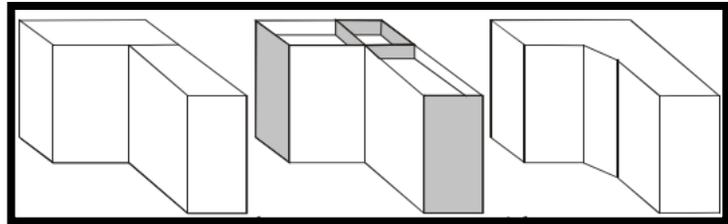


ALGUNAS SOLUCIONES

- **Excentricidad:** La solución puede darse con muros estructurales.



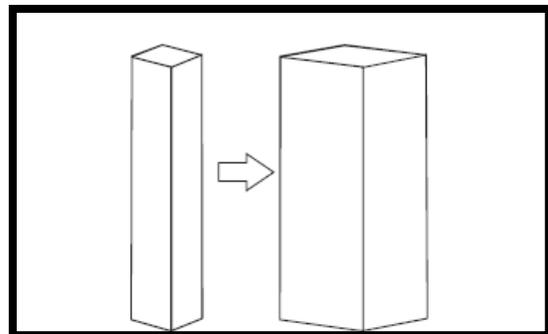
- **Edificio en “ele” :** La solución al problema de esquina tiene dos enfoques; dividir estructuralmente el



edificio en formas más sencillas o unir con más fuerza la unión de los edificios mediante colectores en la intersección, muros estructurales o usar esquinas entrantes achaflanadas en vez de ángulos rectos, que reduzcan el problema del cambio de sección.

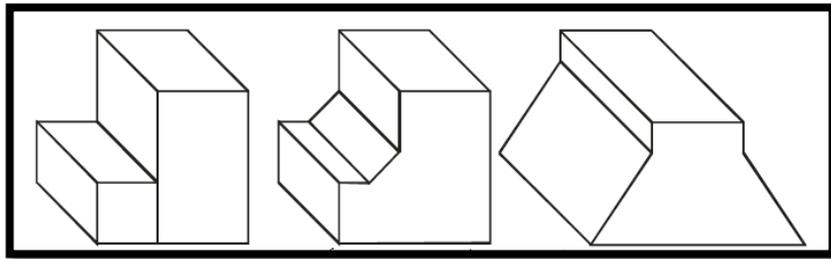
- **Elevación y proporción:** Las reducciones bruscas de un nivel a otro, tiende a amplificar la vibración en la parte superior y son particularmente críticas. El comportamiento de un edificio ante un sismo es similar a una viga en volado, donde el aumento de la altura implica un cambio en el período de la estructura que incide en el nivel de la respuesta y magnitud de las fuerzas.

- **1. Proporción:** Este aspecto puede ser más importante que el tamaño o altura, ya que mientras más esbelto es el edificio mayor es el efecto de voltearse ante un sismo, la contribución de los

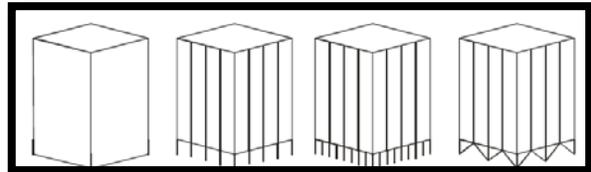


modos superiores es importante y el edificio puede hacerse inestable por el efecto P- Δ .

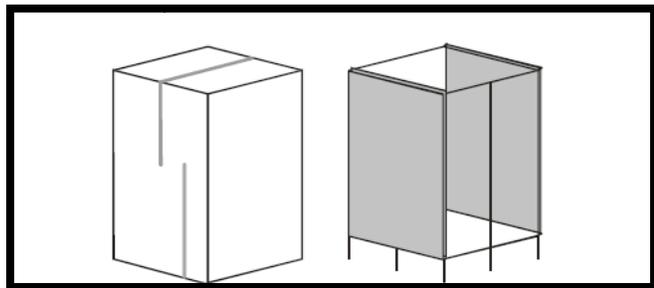
- **2. Escalonamiento:** Consiste en una o más reducciones abruptas en el tamaño del piso de un nivel con respecto al siguiente. También en hacer el edificio más grande a medida que se eleva, lo que se conoce como escalonamiento invertido.



- **3. Piso débil:** El piso débil se refiere a los edificios donde una planta es más débil que las plantas superiores, causado por la discontinuidad de resistencia y rigidez. Este problema es más grave cuando el piso débil es el primero o segundo, niveles donde las fuerzas sísmicas son mayores.

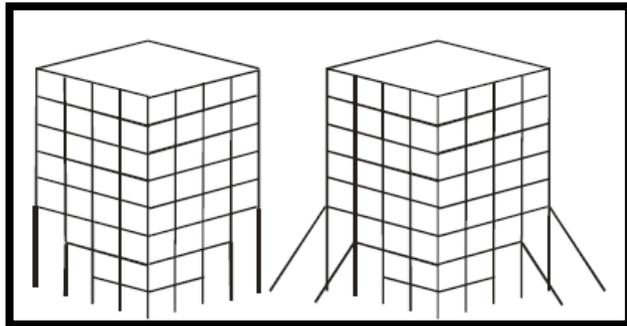


- **4. Muro discontinuo:** Cuando los muros de cortante no cumplen con los requisitos de diseño se puede considerar que generan un problema como el de piso débil. Por otra parte, un muro de cortante discontinuo es una contradicción fundamental de diseño; el propósito de un muro de cortante

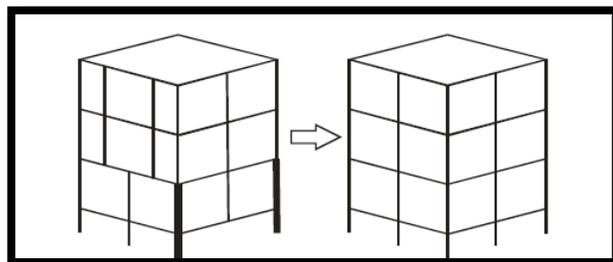


es resistir las fuerzas de inercia que se originan en los diafragmas y transmitir las hacia la fundación en la forma más directa posible, por lo que interrumpir esta trayectoria se convierte en un error y realizarlo en la base es un problema aún mayor, siendo el peor caso de la condición de planta baja débil.

- 5. Variación en la rigidez:** El origen de este problema por lo general reside en consideraciones arquitectónicas realizadas sobre terrenos en colinas, relleno de porciones con material no estructural pero rigidizante para crear una faja de ventanas altas, elevación de una porción del edificio sobre el nivel del terreno mediante elementos altos, en tanto que otras áreas se apoyan sobre columnas más cortas, o bien, rigidización de algunas columnas con una mezzanine o desván, mientras otras se dejan de doble altura sin rigidizarlas. Estas configuraciones generan una columna corta que es más rígida y bajo cargas laterales, atraerá fuerzas que pueden estar desproporcionadas con su resistencia. Columnas que igualan las rigideces.

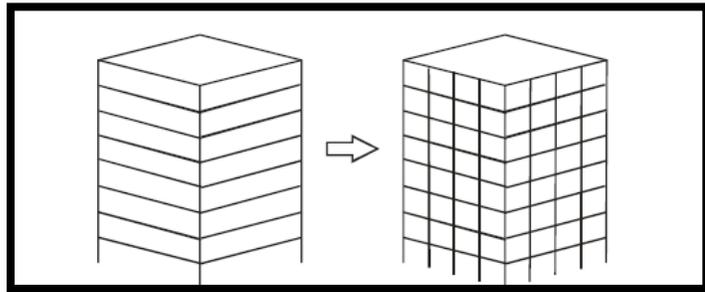


- La influencia del sistema estructural en la respuesta sísmica es indiscutible, ya que suministra la resistencia y rigidez necesaria para evitar daños no estructurales durante sismos moderados, así como garantiza la integridad del edificio. Por lo tanto, es importante que el arquitecto proponga un sistema adecuado



para lo cual debe considerar la simplicidad y simetría, igualmente es conviene tomar en cuenta aspectos tales como: cambios de secciones, redundancia, densidad en planta, diafragma rígido, columna fuerte – viga débil, interacción pórtico – muro. Con relación a la imagen anterior: Las configuraciones uniformes tienen mejor comportamiento.

- La hiperestaticidad favorece las líneas alternas de carga (redundancia).



COROLARIO

En este trabajo se describen las acciones sísmicas generadas por la pérdida de estabilidad de masas de la corteza terrestre, tal como sucede en nuestro país, sobre todo con los deslizamientos de las placas suboceánicas, y las reacciones y consecuencias en las estructuras creadas por el hombre. Si contamos además la frecuencia con las que se presentan, sobre todo los de baja intensidad, sabemos que las estructuras lentamente se dañan, a veces de forma imperceptible. Los sismos de alta intensidad no son predecibles, pueden ocurrir en cualquier momento, y los edificios ya dañados previamente, pueden ocasionar grandes pérdidas de vidas humanas y de bienes.

Esta situación puede verse agravada por un diseño de estructuras que no tome en cuenta las características del terreno donde piensa ubicarse, dejando a los usuarios de la misma en condiciones de alto riesgo, en el caso de presentarse un evento de esta naturaleza. Los sismos ocurridos en el pasado reciente, sobre todo el ocurrido en la ciudad de México en 1985 dejaron en las personas que los padecieron, fuertes sentimientos y recuerdos difíciles de olvidar por la gran tragedia vivida. Pero para las personas que directa o indirectamente se dedican a

la realización de éstas estructuras, deben también ser un ejemplo de lo que puede suceder, de no poner atención en las fuerzas de la naturaleza y sus consecuencias.

Los daños que presentaban las estructuras afectadas, de alguna manera dejaron enseñanzas, en muchos casos de importancia, de errores y defectos que acompañaban a las estructuras, y que determinaron extensos daños o el colapso de las mismas. En términos redondos, podemos decir que el 40% de los edificios dañados eran edificios de esquina, que sufrieron el empuje de sus vecinos y no pudieron pasarlo o resistirlo. El 45% eran edificios con losas reticulares, que carecían de capiteles o de nervaduras principales. Un 30% presentaban formas en planta con alas de pequeña sección, en forma de “T”, “U”, “L”, “V” o “X”. El 40% planta baja débil sobre columnas y pisos superiores con muros y columnas (70% en la colonia Roma).

En este trabajo se presentan los errores, defectos y malos planteamientos de algunos proyectos y la forma de corregirlos, pensando desde el punto de vista de eventos naturales como los terremotos, esperando que sean del interés de los involucrados en la realización de edificios. Como es de suponerse, sólo se presentan algunos ejemplos y soluciones de lo observado sobre el tema, haciendo notar que sólo se trata de una pequeña parte de la realidad, con la esperanza de que otras personas se interesen en el estudio del problema y continúen la búsqueda de soluciones apropiadas, que permitan una edificación más segura y menos costosa en el caso de desastre, para el bienestar de todos.

BIBLIOGRAFÍA

- ⊙ <http://revista.eia.edu.co/articulos6/Articulo9.pdf>
- ⊙ <http://www.arquigrafico.com/como-construir-edificaciones-resistentes-terremotos>
- ⊙ <http://uniof.wordpress.com/2012/02/21/contra-los-terremotos-buenos-son-los-edificios-invisibles/>
- ⊙ <http://www.arguba.com/curso-construccion-sismo-resistente-cana-bambu/construccion-viviendas-sismos/>
- ⊙ <http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/jorgem/principal/guias/sismico.pdf>
- ⊙ http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Fallas_Frecuentes.pdf
- ⊙ <http://www.educablogs.org/ingenieriacivil/tag/falla/>
- ⊙ <http://helid.digicollection.org/en/d/Jcr01s/6.7.html>
- ⊙ <http://www.slideshare.net/alaide/arquitectura-sismica>
- ⊙ ARNOLD, Reitherman. Configuración y Diseño Sísmico de Edificios. Ed. Limusa. México. 1987.
- ⊙ CREIXELL, José. Construcciones Antisísmicas y Resistentes al Viento. M. Editorial LIMUSA. 1993
- ⊙ CREIXELL, José. Estabilidad en las Construcciones. Reverté Ediciones SA. México.
- ⊙ MELLI, Piralla. Diseño Estructural. Ed. Limusa. México. 1992.
- ⊙ Diseño de Estructuras resistentes a Sismos, autores varios. Editorial IMCYC. 1980.

LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES DEDICADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE DESARROLLOS HABITACIONALES

Gilberto A. Corona Suárez (expositor)

Arely del Pilar Chan Arceo

Romel G. Solís Carcaño

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Facultad de Ingeniería

csuarez@uady.mx

tulich@uady.mx

RESUMEN

Este trabajo reporta un estudio llevado a cabo para determinar el nivel de madurez de los sistemas de gestión de la calidad (SGC) en las organizaciones dedicadas al desarrollo de proyectos de vivienda. Se diseñó y aplicó un instrumento para evaluar la madurez de los SGC en una muestra estratificada de empresas de la ciudad de Mérida, seleccionada de acuerdo a dos factores: su permanencia (años de experiencia) y su tamaño (pequeña, mediana, grande). Los resultados preliminares muestran que las organizaciones participantes tienen en promedio un enfoque reactivo para la gestión de la calidad, más bien informal y basado en acciones correctivas, ya que la disponibilidad de datos e información para la mejora de sus procesos es muy limitada.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de Gestión de la Calidad, Madurez de los Sistemas de Gestión de la Calidad, Construcción, Desarrollos Habitacionales.

INTRODUCCIÓN:

La industria de la construcción es un sector de suma importancia para el desarrollo de un país debido a la fuerza de trabajo que emplea, los proyectos que desarrolla, además del avance tecnológico y económico que detona. En México, la construcción es una de las actividades económicas más importantes y el producto interno bruto nacional está fuertemente ligado a la construcción. Por eso, es importante que las organizaciones dedicadas a la construcción logren un mejor desempeño de manera continua. Varias industrias han logrado esto mediante la adopción de una cultura de la calidad en sus organizaciones y, especialmente en las últimas décadas, el mundo industrializado ha sido testigo de una revolución de la calidad (Feigenbaum, 1991; Hiam, 1992; Walton, 1992), que ha ido permeando en la construcción (Griffith, 1990; Ashford, 1992; Deffenbaugh, 1993).

El estándar internacional ISO 9000:2005 define a la calidad como la totalidad de las características que describen la capacidad de una entidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas. De acuerdo con el estándar ISO 9000:2005, la calidad requiere ser gestionada y estar integrada en los procesos administrativos y productivos de una organización (Nee, 1996; en Rosenfeld, 2009). Los enfoques modernos de gestión de la calidad abogan por las acciones preventivas, tal como la capacitación adecuada del personal (Fazzi, 1994; Smith, 1996; en Rosenfeld, 2009), en lugar de meramente aplicar acciones de evaluación tales como la inspección. La mejor manera de llevar a cabo estas acciones preventivas es mediante la implementación de un sistema de gestión de la calidad.

El hecho de abordar el tema de la madurez de los sistemas de calidad en las organizaciones dedicadas a la construcción de viviendas es relevante, ya que la implementación de estándares como el ISO 9000 se ha vuelto el modelo a seguir para muchas organizaciones que buscan la mejora de la calidad (Coleman y Douglas, 2003). Los efectos de esta implementación sobre la calidad del producto y la competitividad de las ventas puede ser incluso más claro después de registrar

el sistema de calidad basado en dicho estándar (Huarng y Lin, 1996). En la actualidad, no tener la certificación de la norma ISO se está convirtiendo en una barrera para la entrada al mercado global (Mittelstaedt et al., 2003).

Por otro lado, La vivienda es parte fundamental de la estructura socioeconómica y política de México y, por lo mismo, es una de las cinco necesidades fundamentales (educación, salud, alimentación, vivienda y protección a sus derechos humanos) que, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012, se deben satisfacer para el logro del desarrollo humano sustentable de los mexicanos (Plan Nacional de Desarrollo, 2007). De ahí que se haya considerado pertinente identificar oportunidades para mejorar la administración de las organizaciones que se dedican a la construcción de proyectos habitacionales, mediante el estudio de los sistemas de gestión de la calidad que han implementado. De acuerdo a la Codificación de Vivienda 2010 emitida por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI, 2010), se identifica como proyecto o conjunto habitacional a toda unidad, fraccionamiento o agrupamiento de viviendas, en cualquiera de sus modalidades y regímenes de tenencia, que implica la división de un terreno en manzanas y lotes para vivienda, equipamiento, comercio y servicios, y que incluye vías públicas y obras de urbanización. En esta etapa del proyecto reportado, el área de estudio quedó circunscrita a la ciudad de Mérida únicamente. Además, esta investigación partió de la premisa de que las empresas constructoras dedicadas a la construcción de vivienda en Mérida, cuentan por lo menos con un sistema de calidad con cierto grado de madurez, aunque sea incipiente. Se evaluará entonces qué tan maduros son dichos sistemas para obtener información que permita realizar comparaciones e identificar oportunidades de mejora en la administración de estas organizaciones.

METODOLOGÍA

Para los propósitos de este estudio, se formuló y desarrolló un instrumento con el que se midió el nivel de madurez de los sistemas de gestión de la calidad (SGC) de las empresas constructoras. Para esto, se tomó en cuenta la estructura del modelo de gestión de la calidad descrito por Yasamis et al. (2002), el cual considera que en las organizaciones dedicadas a la construcción la calidad se debe administrar en dos diferentes niveles: el nivel corporativo y el nivel de proyecto. Por lo tanto, en este caso, la madurez de los SGC se evaluó en estos dos niveles.

La evaluación en el nivel corporativo se basó en los aspectos establecidos en los estándares internacionales ISO 9001:2008 e ISO 9004:2009, ya que sus directrices se refieren a la gestión de la calidad en el nivel organizacional; mientras que la evaluación en el nivel de proyecto se basó el estándar ISO 10006:2003, debido a su enfoque en la calidad de los procesos de gestión del proyecto. Para el instrumento de evaluación en el nivel corporativo se adaptó el modelo de madurez y la herramienta de autoevaluación que propone el estándar ISO 9004:2009 para determinar el grado de madurez del sistema de gestión en una organización. La herramienta de autoevaluación del ISO 9004:2009 propone parámetros para evaluar cada uno de los apartados que incluye este estándar. Para cada uno de estos apartados se formuló una pregunta que los entrevistados tendrían que responder con una de las cinco opciones de respuesta proporcionados. Cada una de estas opciones de respuesta describe un nivel de madurez para el proceso de gestión relacionado con el apartado al que se refiere la pregunta. El entrevistado debía escoger la opción que más se apege a las prácticas de gestión de la calidad llevadas a cabo en su organización. Por ejemplo, en la Figura 1 se muestra una sección de este instrumento con la pregunta y las opciones de respuesta correspondientes para evaluar uno de los apartados del estándar ISO 9004:2009. En total se formularon 26 preguntas agrupadas en seis diferentes

secciones, cada una de las cuales corresponde a las secciones principales del estándar. En la Tabla 1 se enlistan estas secciones principales que incluye el estándar ISO 9004:2009, junto con sus respectivos apartados e identificación de las preguntas del instrumento que se refieren a cada uno de estos apartados. Como parte de este instrumento también se formuló una sección para recabar los datos generales y antecedentes de la empresa y del entrevistado; el principal propósito de esta sección fue poder determinar el estrato en el que se debe clasificar la empresa. En otra sección, se explicaron el propósito y contenido del instrumento, la confidencialidad de la información recabada y el uso que se le daría a la misma, así como las indicaciones de cómo debía ser respondido el instrumento.

| 1 | ¿En cuál de los siguientes enfoques se basa el sistema de gestión de calidad en esta organización? | |
|---|--|----------------------------------|
| | • El sistema de gestión está orientado funcionalmente (por departamentos). | <input type="radio"/> |
| | • Hay un sistema de gestión de la calidad que se enfoca en procesos específicos relevantes para la operación de la organización. | <input type="radio"/> |
| | • Hay un sistema de gestión de la calidad basado en los ocho principios de gestión de la calidad y que aplica a toda la organización. | <input checked="" type="radio"/> |
| | • El sistema de gestión de la organización se ha ampliado para integrar otras disciplinas, por ejemplo, la gestión ambiental, gestión de la salud y la seguridad, etc. | <input type="radio"/> |
| | • El sistema de gestión logra un despliegue completo de la política de calidad de la organización. | <input type="radio"/> |

Figura 1. Sección del instrumento que ilustra la evaluación de la madurez del sistema de gestión de la calidad en el nivel corporativo

Por otra parte, la evaluación de la madurez de los SGC en el nivel de proyecto se basó en el estándar internacional ISO 10006:2003. En la literatura no se encontró un instrumento que se pudiera adoptar para este propósito, por lo que se diseñó una sección del instrumento que incluyó una serie de 36 preguntas formuladas a partir de los aspectos que incluye el estándar ISO 10006:2003, las cuales fueron agrupadas de acuerdo a los apartados y sub-apartados correspondientes a dicho documento (ver Tabla 2).

Tabla 1. Relación de apartados del ISO 9004:2009 con la identificación de las preguntas asociadas a cada uno de éstos

| Secciones del ISO 9004:2009 | Apartados asociados | Preguntas |
|--|--|------------------|
| 4. Gestión para el éxito sostenido de la organización | 4.1 Generalidades | Pregunta 1 |
| | 4.2 Éxito sostenido | Pregunta 2 |
| | 4.3 El entorno de la organización | Pregunta 3 |
| | 4.4 Partes interesadas, necesidades y expectativas | Pregunta 4 |
| 5. Estrategia y política | 5.1 Generalidades | Pregunta 5 |
| | 5.2 Formulación de la estrategia y política de calidad | |
| | 5.3 Despliegue de la estrategia y la política de calidad | Pregunta 6 |
| | 5.4 Comunicación de la estrategia y política de calidad | Pregunta 7 |
| 6. Gestión de los recursos | 6.1 Generalidades | Pregunta 8 |
| | 6.2 Recursos financieros | Pregunta 9 |
| | 6.3 Personas en la organización | Pregunta 10 |
| | 6.4 Proveedores y aliados | Pregunta 11 |
| | 6.5 Infraestructura | Pregunta 12 |
| | 6.6 Ambiente de trabajo | Pregunta 13 |
| | 6.7 Conocimientos, información y tecnología | Pregunta 14 |
| | 6.8 Recursos naturales | Pregunta 15 |
| 7. Gestión de procesos | 7.1 Generalidades | Pregunta 16 |
| | 7.2 Planificación y control de los procesos | |
| | 7.3 Responsabilidad y autoridad relativas a procesos | Pregunta 17 |
| 8. Seguimiento, medición, análisis y revisión | 8.1 Generalidades | Pregunta 18 |
| | 8.2 Seguimiento | |
| | 8.3 Medición | Pregunta 19 |
| | 8.3.1 Generalidades | |
| | 8.3.2 Indicadores clave de desempeño | |
| | 8.3.3 Auditoría interna | Pregunta 20 |
| | 8.3.4 Autoevaluación | |
| 8.3.5 Estudios comparativos con las mejores prácticas | Pregunta 21 | |
| 8.4 Análisis | Pregunta 22 | |
| 8.5 Revisión de la información obtenida del seguimiento, la medición y el análisis | Pregunta 23 | |
| 9. Mejora, | 9.1 Generalidades | Pregunta 24 |

| | | |
|--------------------------|-----------------|-------------|
| innovación y aprendizaje | 9.2 Mejora | |
| | 9.3 Innovación | Pregunta 25 |
| | 9.4 Aprendizaje | Pregunta 26 |

Tabla 2. Relación de apartados del ISO 10006:2003 con la identificación de las preguntas asociadas a cada uno de éstos

| <i>Apartados</i> | <i>Sub-apartados asociados</i> | <i>Preguntas</i> |
|---|---|------------------|
| 5. Responsabilidad de la Dirección | 5.3 Revisiones por la dirección y evaluaciones del avance | 1 y 2 |
| 6. Gestión de recursos | 6.1 Procesos relacionados con los recursos | 3 y 4 |
| | 6.2 Procesos relacionados con el personal | 5-7 |
| 7. Realización del producto | 7.2 Procesos relacionados con interdependencia | 8-11 |
| | 7.3 Procesos relacionados con el alcance | 12-15 |
| | 7.4 Procesos relacionados con el tiempo | 16-19 |
| | 7.5 Procesos relacionados con el costo | 20-22 |
| | 7.6 Proceso relacionados con la comunicación | 23-25 |
| | 7.7 Procesos relacionados con el riesgo | 26-29 |
| 8. Seguimiento, medición, análisis y revisión | 7.8 Procesos relacionados con las compras | 30-34 |
| | 8.1 Procesos relacionados con la mejora | 35 y 36 |

Para evaluar los diferentes aspectos del estándar 10006:2003 se establecieron los niveles de madurez en base a la escala que proponía el estándar ISO 9004:2000. A diferencia de la evaluación en el nivel corporativo, estos niveles de madurez establecidos, mostrados en la Tabla 3, se utilizaron de manera genérica para que los entrevistados evaluaran todos los aspectos cuestionados.

Conforme se fueron obteniendo los instrumentos respondidos por los entrevistados, se fue determinando el estrato que le correspondía a cada empresa participante de acuerdo a su tamaño y permanencia (antigüedad); en la Tabla 4 se muestra el número de organizaciones de cada estrato. Se debe reconocer que la muestra lograda podría no ser totalmente representativa de la población total; sin

embargo, por el alcance exploratorio de esta investigación, se considera haber cumplido con el objetivo establecido.

Tabla 3. Niveles de madurez utilizados para evaluar los SGC en el nivel de proyecto.

| NIVELES DE MADUREZ | |
|--------------------|--|
| 1 | No hay un procedimiento formal para atender este aspecto del proyecto |
| 2 | Este aspecto del proyecto se atiende de manera reactiva |
| 3 | Hay un procedimiento formal para atender este aspecto del proyecto |
| 4 | Se enfatiza la mejora del procedimiento establecido para atender este aspecto del proyecto |
| 5 | Hay un procedimiento que es "modelo a seguir" en la atención de este aspecto del proyecto |

Tabla 4. Número de empresas que se estudiaron de cada estrato

| Tamaño \ Permanencia | Micros | Pequeñas | Medianas | Grandes |
|----------------------|--------|----------|----------|---------|
| 1 a 4 años | | | | |
| 5 a 8 años | 1 | 2 | 1 | |
| 9 a 12 años | | 2 | | |
| Más de 12 años | | 7 | | 2 |

Para la aplicación del instrumento primero se invitó a la población de empresas mediante una carta donde se explicaban los objetivos de esta investigación, así como se indicaba quién debería responder a este instrumento. Como se explicó anteriormente, el instrumento estuvo conformado por dos partes: una para evaluar la madurez de los SGC en el nivel corporativo y otra para el nivel de proyecto. Para responder a la parte correspondiente al nivel corporativo se solicitó una

entrevista con una persona que se encontrara participando activamente en el nivel gerencial de la empresa, mientras que para la otra parte se pidió una persona que estuviere participando directa y activamente en la gestión de los proyectos llevados a cabo por la empresa; preferentemente, ambas debían estar familiarizadas con la gestión de la calidad en la organización. Sin embargo, en catorce de la quince empresas participantes, fue una sola persona la que respondió a ambas partes del instrumento, ya que los entrevistados argumentaban que ellos administraban ambos niveles en sus respectivas organizaciones o que tenían los conocimientos necesarios para responder ambas partes.

Las preguntas del instrumento fueron respondidas de manera personal mediante una entrevista al personal indicado en cada empresa. Las entrevistas iniciaban pidiendo algunos datos del entrevistado, tales como el puesto que ocupa dentro de la organización, los años de experiencia profesional y años que tenía trabajando en esa empresa. Posteriormente se pedían datos generales de la empresa tales como años activos, tipo de viviendas que construye, y número de empleados. También se cuestionó sobre la existencia de un SGC en la organización. Posteriormente, se procedía a hacer las preguntas que correspondían a la parte del instrumento dedicada al nivel corporativo y al nivel de proyecto. La aplicación de ambas partes del instrumento tomaba en promedio una hora y media.

Para el análisis de los datos obtenidos con la aplicación de ambos instrumentos (nivel corporativo y nivel de proyecto) se asignó un valor cuantitativo a cada uno de los cinco niveles de madurez establecidos, tal como se muestra en la Tabla 5 (Kumar et al. 1992).

Tabla 5. Valores asignados a los niveles de madurez

| <i>Niveles de madurez</i> | <i>Valor cuantitativo</i> |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 0 |
| 2 | 1 |
| 3 | 2 |
| 4 | 3 |
| 5 | 4 |

De esta manera, los valores asignados de acuerdo a las respuestas dadas por el entrevistado a las preguntas del instrumento fueron sumados para posteriormente dividir el resultado entre la puntuación máxima posible. Por ejemplo, en el instrumento para evaluar el nivel corporativo donde se tiene un total de 26 preguntas la puntuación máxima posible es 104 (26 x 4). Finalmente, el cociente de esta división se multiplicó por 100 con el fin de obtener un índice en términos de porcentaje. Un índice de este tipo fue obtenido no sólo de manera global para el SGC de una empresa, sino que también se obtuvieron índices para cada uno de los apartados principales del instrumento. La Figura 3 muestra un ejemplo del cálculo para uno de los apartados en el instrumento para el nivel corporativo. En este ejemplo la suma obtenida de acuerdo a las respuestas dadas para las tres preguntas que incluye el apartado fue seis, mientras que el valor máximo que se podría obtener sería 12 (3 x 4), por lo que el índice sería 50.0% (= 6/12).

Para poder concluir el nivel de madurez de un apartado del sistema de gestión o del sistema de gestión completo, se estableció la escala de Likert mostrada en la Tabla 6, la cual se basa en lo propuesto por Kumar et al. (1992). Siguiendo con el ejemplo anterior, donde se obtuvo un índice del 50% para el caso ilustrado en la Figura 2, se debe concluir que “Hay algunos procedimientos establecidos para atender este aspecto, pero no están integrados como sistema”. Esta misma escala se utilizó para interpretar los índices obtenidos para los SGC de una empresa tanto en el nivel corporativo como de proyecto.

RESULTADOS

Los resultados reportados se obtuvieron a partir de la información recopilada mediante la aplicación del instrumento en las quince organizaciones que aceptaron participar en el estudio. El cálculo de los índices de madurez de los sistemas de gestión de calidad se realizó para cada organización, tanto para cada una de las secciones que integran la parte del instrumento correspondiente al nivel corporativo, como para las que integran la parte del nivel de proyecto.

Tabla 6. Escala de Likert para definir el nivel de madurez de los SGC

| <i>Nivel</i> | <i>Términos lingüísticos</i> | <i>Descripción</i> | <i>Índice</i> |
|--------------|--|--|---------------|
| 1 | Sin aproximación formal | (No hay procedimientos formales para atender este aspecto del sistema) | 0 – 20% |
| 2 | Aproximación reactiva | (Se crean procedimientos de manera reactiva para atender este aspecto del sistema) | 21 – 40% |
| 3 | Aproximación a un sistema formal estable | (Hay algunos procedimientos establecidos para atender este aspecto, pero no están integrados como sistema) | 41 – 60% |
| 4 | Énfasis en la mejora continua | (Hay procedimientos formalmente establecidos e integrados como sistema y que continuamente se mejoran) | 61 – 80% |
| 5 | Desempeño de “mejor en su clase” | (Hay procedimientos integrados como sistema, que son referencia para la mejora de otras organizaciones) | 81 – 100% |

| SECCIÓN VI | | |
|------------|---|----------------------------------|
| 24 | ¿Cómo se lleva a cabo la mejora de los procesos o productos realizados por la organización? | |
| | • Las actividades de mejora son para casos puntuales basadas principalmente en las quejas de clientes o relacionadas con aspectos reglamentarios. | <input type="radio"/> |
| | • La mejora está integrada como una actividad de rutina en toda la organización, así como para sus proveedores y aliados. Hay evidencias de una fuerte relación entre las actividades de mejora y el logro de resultados superiores al promedio del sector. | <input checked="" type="radio"/> |
| | • Se han implementado procesos de mejora básicos, basados en acciones correctivas y preventivas. La organización proporciona formación para la mejora continua. | <input type="radio"/> |
| | • Actualmente se considera innecesaria la mejora de los procesos o productos realizados por la organización. | <input type="radio"/> |
| | • Los procesos de mejora se revisan de manera sistemática. Los procesos de mejora están alineados con la estrategia y los objetivos. La mejora se aplica a los productos, a los procesos, a las estructuras de la organización, al modelo operativo y al sistema de gestión de la organización. | <input type="radio"/> |
| 25 | ¿Cómo se lleva a cabo la innovación en los procesos o productos realizados por la organización? | |
| | • La innovación en los procesos o productos es limitada ya que se realiza para casos puntuales, sin que haya una planificación. | <input type="radio"/> |
| | • Se desarrollan planes preventivos para evitar o minimizar los riesgos identificados que acompañan a las actividades de innovación. La innovación se aplica a los productos, a los procesos, a las estructuras de la organización, al modelo operativo y al sistema de gestión de la organización. | <input type="radio"/> |
| | • Las actividades de innovación se basan en los datos relativos a las necesidades y a las expectativas de los clientes. | <input type="radio"/> |
| | • Actualmente no se considera necesaria la innovación en los procesos o productos realizados por la organización. | <input type="radio"/> |
| | • Las innovaciones se clasifican por orden de prioridad, basándose en el equilibrio entre su urgencia, la disponibilidad de recursos, y la estrategia de la organización. La innovación se utiliza para mejorar el funcionamiento de la organización. | <input checked="" type="radio"/> |
| 26 | ¿Qué acciones de aprendizaje lleva a cabo la organización para fomentar la mejora e innovación en sus procesos o productos? | |
| | • El aprendizaje se realiza principalmente a partir de las quejas y de un modo individual, sin compartir los conocimientos. | <input type="radio"/> |
| | • La cultura del aprendizaje permite asumir riesgos y aceptar el fracaso, siempre que esto lleve a aprender de los errores y a encontrar oportunidades de mejora. | <input type="radio"/> |
| | • Se ha implementado un sistema para reconocer los resultados positivos a partir del análisis sistemático de los problemas y de otros datos. También existen procesos para compartir la información y el conocimiento. | <input checked="" type="radio"/> |
| | • Actualmente la organización no implementa acciones de aprendizaje para fomentar la mejora e innovación en sus procesos o productos. | <input type="radio"/> |
| | • El aprendizaje se reconoce como un tema clave. La alta dirección promueve la constitución de redes, la conectividad y la interactividad para compartir el conocimiento. El aprendizaje es fundamental para la mejora y la innovación de los procesos. | <input type="radio"/> |

| | |
|---------|---|
| Valores | 1 |
| → | 4 |
| | 2 |
| | 3 |
| | 0 |
| Valores | 1 |
| → | 4 |
| | 2 |
| | 3 |
| | 0 |
| Valores | 1 |
| → | 4 |
| | 2 |
| | 3 |
| | 0 |
| | 6 |

Figura 2. Ejemplo del cálculo del índice de madurez.

Los índices de madurez obtenidos para las diferentes secciones evaluadas en el instrumento fueron promediados por separado para el nivel corporativo y el nivel de proyecto de cada empresa. La Figura 3 muestra los promedios obtenidos para cada empresa. En esta figura se aprecia que la mayor parte de las empresas obtuvo un índice de madurez mayor en el nivel corporativo (11 de 15), mientras que solamente en 4 (de 15) se obtuvo un mayor índice en el nivel de proyecto. En el nivel corporativo los índices fluctúan entre 27.08% y 94.44%, mientras que en el nivel de proyecto los índices resultaron entre 60.42% y 77.88%.

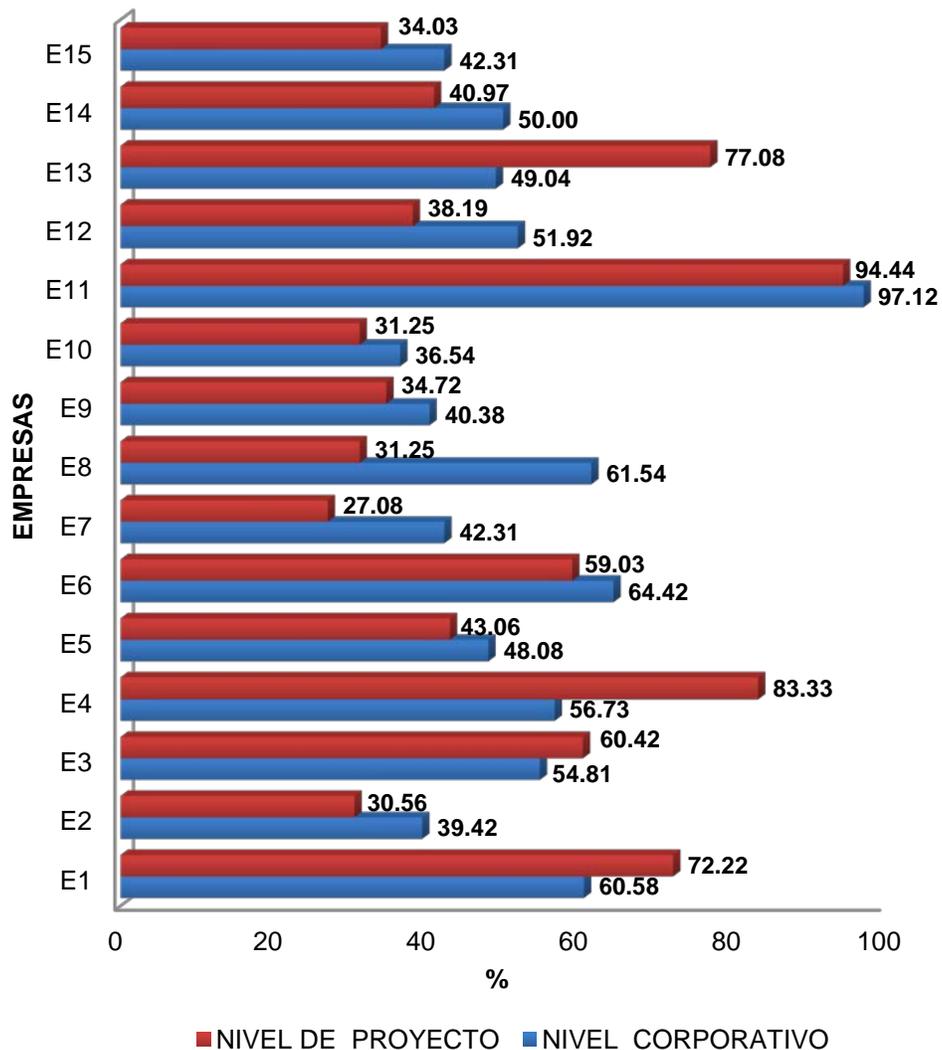
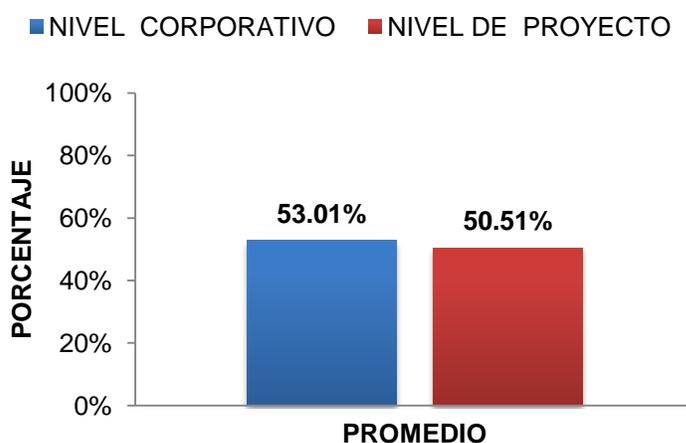


Figura 3. Índices de madurez promedio de cada empresa.

Una vez obtenidos los índices de madurez, se obtuvo un promedio global tanto para el nivel corporativo como para el nivel de proyectos, resultando en 53.01% y 50.51% respectivamente, como se muestra en la Figura 4. De acuerdo a la escala de Likert establecida en esta investigación para definir el nivel de madurez de los SGC evaluados (ver Tabla 6), las empresas investigadas se sitúan en el nivel 3 de madurez tanto en el nivel corporativo como de proyecto, es decir, hay una “Aproximación a un sistema formal estable.”

Figura 4. Índices de madurez globales en el nivel corporativo y de proyecto.

Tomando los índices de madurez obtenidos para las secciones del instrumento, también se obtuvo un nivel de madurez promedio para cada una de las seis secciones que incluye el nivel corporativo (Gestión para el éxito sostenido de la organización, Estrategia y política, Gestión de recursos, Gestión de procesos, Seguimiento, medición, análisis y revisión y Mejora, innovación y aprendizaje) y

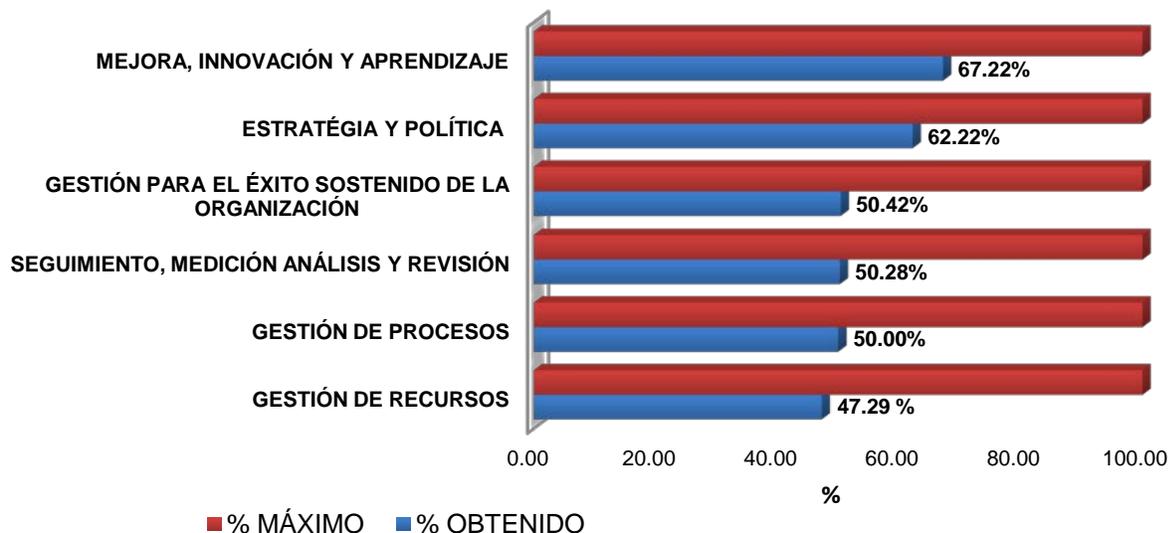


para cada una de las once secciones del nivel de proyecto (Responsabilidad de la dirección, Procesos relacionados con los recursos, Procesos relacionados con el personal, Procesos relacionados con la interdependencia, Procesos relacionados con el alcance, Procesos relacionados con el tiempo, Procesos relacionados con los costos, Procesos relacionados con la comunicación, Procesos relacionados con el riesgo, Procesos relacionados con las compras y Procesos relacionados con la mejora). La Figura 5 muestra estos resultados para las secciones del nivel corporativo. En esta figura se aprecia que el índice de madurez de los aspectos evaluados en el nivel corporativo fluctúa entre 47.29 % y 67.22%, extremos correspondientes a la Gestión de Recursos y a la Mejora, Innovación y Aprendizaje, respectivamente. Tal como se muestra en esta figura, en las secciones que se refieren a “Gestión para el éxito sostenido de la organización”, “Gestión de Recursos”, “Gestión de Procesos”, y “Seguimiento, Medición, Análisis

y Revisión”, se obtuvieron índices de madures que se encuentran en el rango de 41 a 60%, lo que, de acuerdo al criterio establecido en la Tabla 6, indica que en promedio las empresas participantes cuentan con una “Aproximación a un sistema formal estable” para atender los aspectos correspondientes a estas secciones; mientras que para las secciones de “Estrategia y Política” y de “Mejora, Innovación y Aprendizaje” se obtuvieron índices de madurez que se encuentran en el rango de 61 a 80%, lo que indica que en estas empresas hay un “Énfasis en la mejora continua” para atender los aspectos correspondientes a estas secciones.

Figura 5. Índices de madurez para las secciones del nivel corporativo.

Por otro lado, la Figura 6 muestra los índices de madurez para las secciones que incluye el nivel de proyecto. Como se aprecia en esta figura, en el nivel de proyecto todas las secciones, salvo la que se refiere a la responsabilidad de la dirección, obtuvieron índices de madurez que se encuentran en el rango de 41 a 60%, lo que, de acuerdo al criterio establecido en la Tabla 6, indica que en promedio las empresas participantes cuentan con una “Aproximación a un sistema formal estable” para atender los aspectos correspondientes a estas secciones. El índice de madurez de la sección que se refiere a los procesos relacionados con la



“Responsabilidad de la Dirección” se encuentra en el rango de 21 a 40%, interpretado como una “Aproximación reactiva” para atender los aspectos asociados.

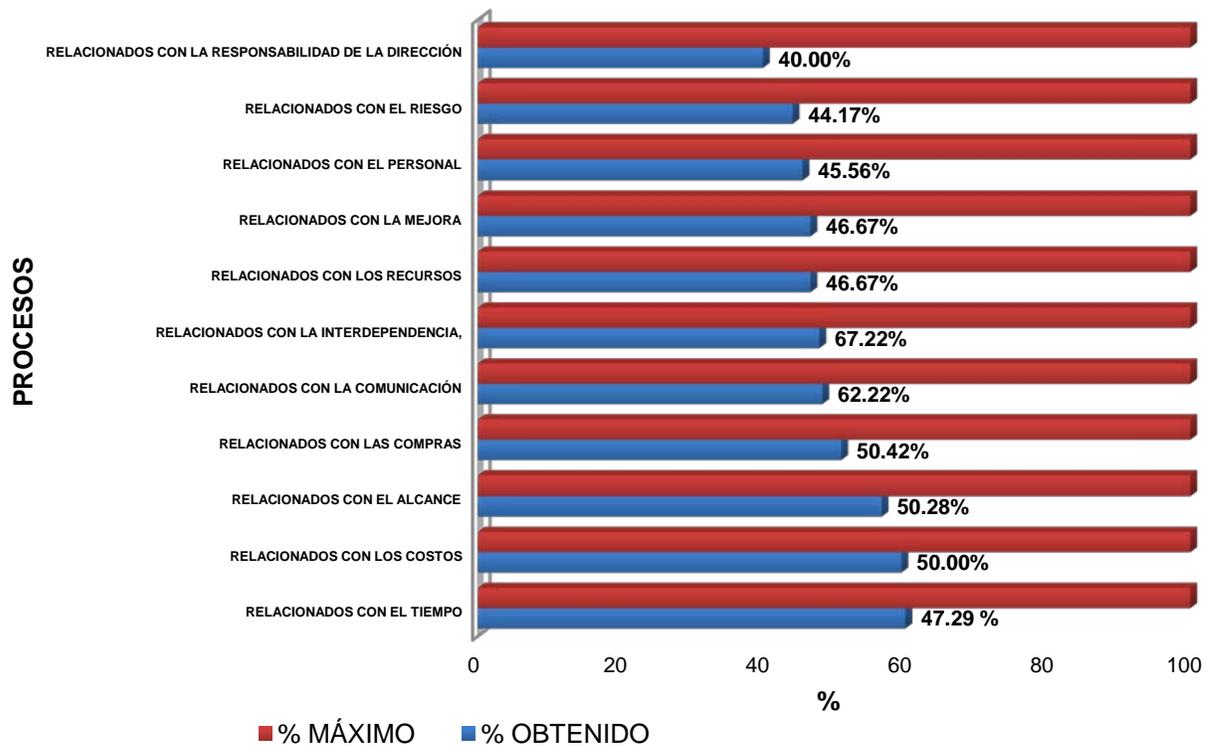


Figura 6. Índices de madurez para las secciones del nivel de proyecto.

CONCLUSIONES:

Los promedios de los índices de madurez de los sistemas de gestión de la calidad implementados en las empresas participantes resultó ser 53.01% en el nivel corporativo, y 50.51% en el de proyecto; es decir, que hay una aproximación a sistemas formales y estables. Esto implicaría que hay algunos procedimientos establecidos para atender los aspectos relacionados con la gestión de la calidad, pero no están integrados como sistema. Cabe resaltar, que en ninguna de las empresas que participaron en esta investigación se tenía un manual de calidad, y solamente en una el entrevistado manifestó que se contaba con un manual de procedimientos.

Lo anterior significaría que a pesar de que en el contexto local se encuentran empresas con varios años de experiencia en la construcción de viviendas, sus sistemas de gestión de la calidad son poco maduros e mayormente informales. Los comentarios de los entrevistados se referían a una gestión de la calidad con un enfoque reactivo, ya que en la mayoría de las empresas participantes la gestión de la calidad consistía principalmente en supervisar las viviendas construidas y encontrar los errores de construcción para componerlos. De hecho, se encontró que la medición de la calidad se hacía en función del número de defectos detectados y del número de quejas recibidas por los clientes finales.

Se puede también señalar que no hay una cultura de la calidad en la mayoría de las empresas participantes. También en la mayoría de las organizaciones se manifestó que la gestión de los recursos económicos y financieros era su principal interés.

REFERENCIAS:

- ❖ Ashford, J. L. (1992). *The Management of Quality in Construction*, E&FN Spon, London.
- ❖ Coleman, S. y Douglas, A. (2003). *Where next for ISO 9000 companies?*, *The TQM Magazine*, Vol. 15, pp. 88-92.
- ❖ CONAVI (2010). Disponible en <http://www.conavi.gob.mx>; recuperado en enero 2012.
- ❖ Deffenbaugh, R. L. (1993). *Total Quality Management at Construction Jobsites*; *Journal of Management in Engineering*, Vol. 9, No. 4, pp. 382-389.
- ❖ Feigenbaum, A.V. (1991). *Total Quality Control*; McGraw-Hill, Nueva York.
- ❖ Griffith, A. (1990). *Quality Assurance in Building*, Macmillan, Londres.
- ❖ Hiam, A. (1992). *Closing the Quality Gap*, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, Nueva Jersey.
- ❖ Huarng, S. L. y Lin, B.F. (1996). *ISO in Taiwan: a survey*; *Total Quality Management*, Vol. 7, pp. 681-690.
- ❖ ISO 10006:2003. *Sistemas de gestión de la calidad – Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos*; Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ❖ ISO 9000:2005. *Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y Vocabulario*; Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ❖ ISO 9001:2008. *Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*; Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ❖ ISO 9004:2000. *Sistemas de gestión de la calidad – Directrices para la mejora del desempeño*; Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.
- ❖ ISO 9004:2009. *Gestión para el éxito sostenido de una organización — Enfoque de gestión de la calidad*; Organización Internacional para la Estandarización, Ginebra, Suiza.

- ❖ Kumar, C., Prabhu, C. y Wolf, C. (1992). Assessing Project Quality; Transactions of the American Association of Cost Engineers, ABI/INFORM Global, Vol. 2, No.4, pp.1-11.
- ❖ Mittelstaedt, J. D., Harben, G. N. y Ward, W. A. (2003). How small is too small? Firm size as a barrier to exporting from the United States; Journal of Small Business Management, Vol. 41, pp. 68-84.
- ❖ Walton, M. (1992). Deming Management at Work; Putnam, Nueva York.
- ❖ Yasamis F., Arditi D. y Mohammadi, J. (2002). Assessing contractor quality performance. "Construction Management and Economics", 20(3), 211–223.

ACERCA DEL AUTOR

El Dr. Gilberto Corona se graduó como Maestro en Ingeniería – Construcción en la Universidad Autónoma de Yucatán. Posteriormente, obtuvo el grado de Doctorado en Ingeniería y Administración de la Construcción en la Universidad de Alberta, Canadá. Actualmente es Profesor-Investigador de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán.

DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA INTEGRACIÓN DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

I.C. Carlos Adrián Maldonado Echeverría

I.C. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé, M.I.

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, México

Unidad de posgrado e investigación

carlosadrian.maldonado@gmail.com

zgrife@gmail.com

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto de investigación es desarrollar un modelo conceptual apoyado en el uso de tecnología BIM (Building Information Modeling, por sus siglas en inglés), que coadyuve a la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, desde la fase de diseño hasta la fase de construcción del ciclo de vida del proyecto. Para lograr esto se van a establecer una serie de estrategias que se deben seguir durante la fase de diseño y hasta la fase construcción del ciclo de vida de un proyecto de construcción que permitan lograr la integración diseño-construcción, identificando los aspectos técnicos, arquitectónicos y de funcionalidad, y necesidades futuras del usuario, que se deben tomar en cuenta para que la construcción de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias se haga de manera correcta y tengan un adecuado funcionamiento; así como también los “entregables” necesarios de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, y la información necesaria que debe contener cada uno, que el diseño de un proyecto de edificación debe proporcionar al constructor para la correcta ejecución de la fase de construcción.

PALABRAS CLAVE

Palabras clave: Instalaciones, Modelo, BIM, Diseño, Construcción

INTRODUCCIÓN:

En el ámbito de la construcción, el diseño de las partes de un proyecto debe ir acompañado de un conjunto de “entregables” que contengan la información suficiente para la correcta construcción del proyecto. Entendiéndose por “entregables” el conjunto de documentos tales como: planos, croquis y especificaciones que resulten del proceso de diseño, los cuales son entregados físicamente al constructor.

Es común que el diseño de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias se haga de manera deficiente, ya que se toman en cuenta de manera superficial aspectos técnicos, arquitectónicos y de funcionalidad, así como también las necesidades futuras del usuario. Estas deficiencias, limitan la correcta construcción y el adecuado funcionamiento de dichas instalaciones. La correcta construcción de un proyecto depende de manera significativa de su “constructabilidad”, es decir, que el diseño del proyecto se base en propuestas de construcción factibles como respuesta a las dificultades constructivas que hayan sido previstas mediante un análisis profundo en la fase de diseño. Estas propuestas deben estar reflejadas en el conjunto de “entregables” del diseño con el objeto de evitar que se cometan errores en la fase constructiva, que afecten directamente al costo, duración y calidad del proyecto.

Muchas investigaciones hechas en varios países demuestran como el concepto de “constructabilidad” tiene potencial de cambiar la manera en la que se plantean los objetivos para los proyectos que se desarrollan dentro de la industria de la construcción, lo que podría llevar a una disminución significativa en los costos, ahorro de tiempo, e incrementar la calidad del producto, todo esto considerando la experiencia que posea el constructor y aplicando sus conocimientos al proyecto desde etapas tempranas dentro del desarrollo del mismo.

En Malasia se llevó a cabo una investigación en donde se pudo constatar que las empresas constructoras, o dedicadas a otros ámbitos similares de la industria de la construcción, en países miembros del G7 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido) es común que estén familiarizadas con el término “constructabilidad” y lo pongan en práctica desde etapas tempranas en los proyectos que se encuentren desarrollando. En Malasia no era el caso, e incluso, las empresas que si conocen el término no creen en que aplicar la constructabilidad en sus proyectos, por más pequeños que sean, no les traería mayores beneficios [1].

Otro estudio llevado a cabo en Indonesia reveló que, aun con las limitaciones que existen, muchas empresas dentro de la industria de la construcción han estado implementando parte del concepto de constructabilidad dentro de sus proyectos. Cuando los constructores se han involucrado en etapas tempranas dentro del ciclo de vida del proyecto han provisto de sugerencias respecto a sistemas estructurales, selección de métodos constructivos y materiales a utilizar, y preparación de presupuestos y programas de obra. Así mismo, durante la etapa de diseño y procuración, los constructores se han involucrado en la adquisición de personal, materiales y equipo; y analizando y revisando las especificaciones del diseño, de manera que se verifique en qué grado apoyan a la constructabilidad del proyecto [2].

LA FRAGMENTACIÓN EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria de la construcción trabaja de manera fragmentada por naturaleza, separando a los profesionales de acuerdo al área en la que se desempeñen y tengan mayor experiencia. Al desarrollar proyectos con esta segregación de profesionales se ocasiona que ocurran malos entendidos y una disminución en la productividad [3].

En la actualidad los diseñadores trabajan individualmente, realizan el diseño sin consultar al equipo constructor sobre lo que se esté planteando, muchas veces sin que el dueño o cliente tenga ya designado a un constructor, y se limitan únicamente a entregar la información producto del diseño. Llevar a cabo estas malas prácticas frecuentemente resulta en errores durante el proceso de construcción, propiciando que se deban hacer cambios en el proyecto debido a las complicaciones surgidas y no estimadas durante la planeación y el diseño, dificultando su contingencia y afectando directamente al costo y duración del proyecto [4].

La integración de los procesos de diseño y construcción permite que, el trabajo que se lleve a cabo entre los equipos de diseño y de construcción, sea más eficiente y los resultados sean mejores. El equipo diseñador debe aportar los conocimientos y experiencia referentes al aspecto conceptual y espacial del proyecto al equipo constructor, de manera que se conozca a detalle el proyecto ejecutivo, y especificaciones planteadas en el diseño, conforme se va desarrollando. Así mismo, el equipo constructor debe complementar la información que el equipo diseñador le vaya proveyendo, verificando que la contractibilidad del proyecto se esté logrando, de manera que se tomen en cuenta los problemas que pudieran surgir durante la construcción y planteando estrategias para contenerlos de manera correcta, todo esto con el objetivo de minimizar la cantidad de errores que puedan surgir durante la construcción. Se requiere que cada equipo, independientemente de la colaboración que deben tener durante el desarrollo del proyecto, sea responsable de la especialización que le corresponda, es decir, el equipo diseñador debe mantener el control del diseño y hacerse responsable por los resultados, mientras que el equipo constructor debe hacerse responsable de los riesgos tomados respecto a los medios y métodos de construcción que plantee durante el proceso integrado de diseño-construcción [5].

La exitosa integración del diseño y la construcción ocasiona un cambio positivo en estructura y la cultura de los involucrados en el proyecto. Se fomenta el trabajo en equipo apoyando a la innovación y la tolerancia en caso de que se presenten errores. Así mismo, se forman fuertes vínculos laterales contribuyendo a un proceso descentralizado de toma de decisiones y transparencia en todos los procesos. La integración diseño-construcción apoya y fomenta internamente la mejora continua y el aprendizaje mediante el uso eficiente del conocimiento y una iterativa retroalimentación [6].

Adicionalmente al trabajo en equipo que se requiere para que la integración de los procesos de diseño y construcción sea exitosa, también es menester contar con la información adecuada y detallada para llevar a cabo la ejecución de lo que se haya planteado en la etapa de diseño. Este detalle se hace cada vez más necesario a medida que la complejidad de los nuevos proyectos de construcción va incrementando.

Actualmente el intercambio de información dentro de la industria de la construcción se lleva a cabo de manera segregada, separando los planos, documentación técnica, especificaciones para procuración, documentos legales, etc. Por lo tanto se pone en duda la habilidad para entregar la información en tiempo y forma, y con calidad y cantidad adecuada.

Teniendo esto en cuenta, las empresas que se desempeñan dentro de la industria de la construcción deben tomar la iniciativa para comenzar un proceso de estandarización que defina la información relevante que deben contener los proyectos [7].

Un poderoso aliado para que esto pueda lograrse es el uso de la tecnología BIM, la cual no solo ayudaría con el manejo de la información, sino también con todo el proceso de integración diseño-construcción.

BIM PARA LA INTEGRACIÓN DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN

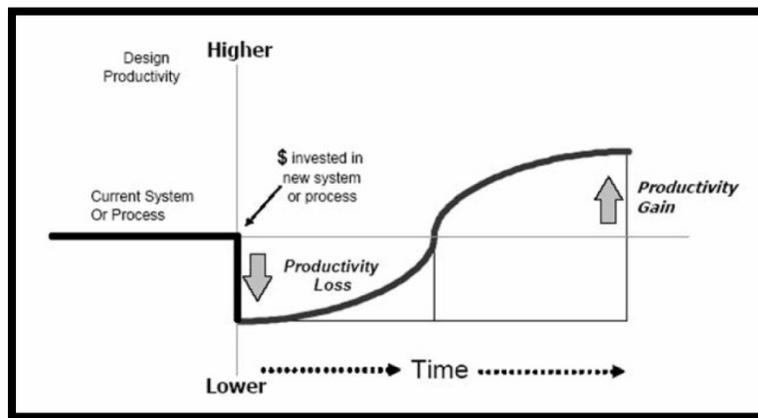
Se puede considerar que la tecnología BIM surge a partir del deseo de llevar al siguiente nivel la tecnología CAD (Computer-Aided Design), buscando mejorar los procesos de diseño e incorporar las demás actividades que se llevan a cabo durante un proyecto de edificación.

CAD es una tecnología 2D y 3D que produce un conjunto de líneas y texto en una página de dibujo que no tiene ningún significado, ya que se tratan de sólo dibujos y representaciones gráficas [8]. BIM construye modelos virtuales de cómo un edificio lucirá una vez que su construcción concluya. Cuando dichos modelos son completados cuentan con la información y geometría necesaria para llevar a cabo la construcción, fabricación y procuración a lo largo del desarrollo del proyecto de edificación [9].

Recientemente la industria de la construcción ha estado experimentando un cambio gradual en la manera que se llevan a cabo los procesos de diseño y construcción en los proyectos de construcción. Esto es debido al surgimiento de la tecnología BIM, que permite que la información necesaria, para la coordinación del diseño, construcción y operación del proyecto, sea capturada en modelos digitales conforme dicha información se está generando. Las ventajas que este tipo de tecnología ofrece la posibilidad de contrarrestar la fragmentación de procesos que existe en la industria de la construcción [10].

A medida que el uso de BIM se incrementa dentro de la industria de la construcción, también lo debe hacer la colaboración entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto, lo cual llevaría hacia un aumento en las utilidades que se generen por el proyecto, reducción de costos, mejor manejo de tiempo y recursos, así como mejorar la calidad del servicio que se le otorgue a los clientes [11].

Figura 1. Grafica de la productividad del diseño durante la implementación de un sistema BIM.



Fuente: (Autodesk, 2007)

Mediante la implementación de un sistema BIM para la planeación, diseño y desarrollo de un proyecto se incrementa significativamente la productividad durante la fase de diseño, hecho que también puede resultar en incrementar la productividad en otras fases del proyecto (Figura 1).

Una posibilidad que ofrece BIM es el desarrollo de modelos 4D, los cuales permiten que los profesionales involucrados en la industria de la construcción evalúen diferentes alternativas de diseño y de programación de obra. Los modelos 4D involucran el factor del tiempo, enlazando cada parte del diseño con su correspondiente tiempo de construcción, según lo programado o calendarizado. Un objeto generado dentro de un modelo 4D tiene el potencial de apoyar un razonamiento automático de constructabilidad, y a su vez, ayudar al equipo desarrollador del proyecto a identificar problemas relacionados con la constructabilidad del mismo, desde etapas tempranas [13].

INTEGRACIÓN DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES

La planificación para la distribución adecuada de espacios para la colocación de equipos y paso de ductos de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, entre otro tipo de instalaciones, es uno de los aspectos más complejos y menos definidos del proceso de diseño en un proyecto de edificación.

A menudo las empresas encargadas del desarrollo de un proyecto sub-contratan el diseño de las instalaciones necesarias para el edificio que se esté planeando, debido a la complejidad de dichas instalaciones y falta de especialización dentro de la misma empresa y en el medio.

Los conocimientos de diseño son aplicados durante la coordinación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para asegurar que los sistemas satisfagan los requerimientos de operación que se hayan planteado para el proyecto, y que cumplan con las normas y estándares relacionados. Estos conocimientos incluyen aspectos de funcionalidad, determinación y priorización de rutas, relación con los otros sistemas dentro del edificio, localización y configuración [14].

El diseño de cualquier sistema requiere de la coordinación e interacción de diferentes disciplinas relacionadas con la ingeniería, para ello es necesario conformar un adecuado equipo de diseño para cada situación. Adicionalmente a los especialistas del área correspondiente al sistema que se pretenda diseñar, generalmente se debe contar con un administrador del proyecto, con el propósito de que éste lleve a cabo la supervisión de todo el proceso de diseño. Se debe contar con especialistas que se encarguen de los aspectos arquitectónicos, aspectos constructivos y aspectos ambientales, este último es particularmente necesario en el diseño de instalaciones relacionadas con el manejo de agua [15].

La coordinación para el diseño de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias es un esfuerzo multidisciplinario para ubicar, estratégica y discretamente dentro del edificio, los equipos y ductos necesarios para el funcionamiento y distribución de las instalaciones. Para ello es necesaria una coordinación eficiente entre los diferentes tipos de instalaciones que se estén diseñando, así como también entre los aspectos arquitectónicos y estructurales del edificio. De lograrse esta coordinación de manera eficiente se puede aspirar a reducir las complicaciones que pudieran presentarse durante la fase de construcción de las instalaciones que se estén diseñando [16].

El resultado de esta coordinación es, idealmente, el arreglo más económico que cumpla con los parámetros críticos del diseño y especificaciones de desempeño, así como permitir una eficiente instalación y operación. A continuación se describe de manera general cómo se lleva a cabo este proceso en la actualidad [17].

El proceso actual para coordinación en instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias está pensado para diseñadores, o para constructores que hacen diseño, para diseñar cada sistema de manera independiente, los cuales preparan diagramas indicando en donde desean que estén colocados los equipos y pasen los ductos para las instalaciones que estén diseñando. La coordinación se hace mediante un proceso secuencial de comparación y superposición que permita involucrar a todos los contratistas especializados para las distintas instalaciones que se estén diseñando, para que aporten opiniones y se realicen las revisiones que sean necesarias hasta obtener el resultado deseado. Esto se hace posterior a que se tengan una serie de planos preliminares.

Sin embargo, existen muchos problemas con el proceso actual que se sigue para la coordinación en el diseño de instalaciones. Este proceso es lento y costoso, a menudo retrasa la conclusión del proyecto ejecutivo e incrementa los costos para todos los involucrados en el proceso, esto porque el proceso de coordinación no

se considera dentro del presupuesto. De igual manera este proceso es muy fragmentado, debido a que tanto el diseño como la coordinación de los diferentes sistemas, se lleva a cabo de acuerdo a como se vayan presentando las necesidades para el proyecto, por lo que el diseño y la integración de los sistemas de las diferentes instalaciones no se hace simultáneamente.

Otro problema que existe es la falta de conocimiento específico de las diferentes disciplinas involucradas, siendo un problema que ocasiona que se deban realizar modificaciones a los diseños originales, o incluso cambiarlos completamente, en casos drásticos, y adicionalmente se dificulta la inclusión de conocimiento constructivo al proceso. Debido a esto no se toma en cuenta la constructabilidad de las instalaciones durante la fase de diseño.

Los costos de las complicaciones que puedan surgir, debido a una mala coordinación entre sistemas a la hora de diseñar, son difíciles de predecir y pueden variar dependiendo del tipo de interferencia que presente y el momento dentro de la programación del proyecto en que suceda, las modificaciones que se deban hacer al diseño, y la manera en la que pueda afectar a las negociaciones con el cliente referentes al proyecto. Mediante la realización de proyectos integrados de sistemas de instalaciones se puede mejorar la calidad al mismo tiempo que se reducen el tiempo y costo de los proyectos [18].

Para que este proceso de coordinación pueda considerarse completo es menester contar con la información completa del proyecto de instalaciones, esto se encuentra dentro de diversos documentos, como lo son: planos, especificaciones, fichas técnicas, manuales de mantenimientos, etc. El manejo de esta información se puede realizar de manera correcta colocando y concentrando dicha información en un modelo gráfico con distintos tipos de vistas multidimensionales, y permitiendo la manipulación de los datos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Aquí es donde se involucra el uso de BIM para permitir la integración diseño-construcción de las instalaciones [19].

METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación consistirá en desarrollar un modelo conceptual apoyado en el uso de tecnología BIM, que coadyuve a la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, desde la fase de diseño hasta la fase de construcción del ciclo de vida del proyecto.

Lo que se pretende lograr mediante el desarrollo de este modelo para la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias es:

- Establecer una serie de estrategias que se deben seguir durante la fase de diseño y hasta la fase construcción del ciclo de vida de un proyecto de construcción que permitan lograr la integración diseño-construcción.
- Identificar los aspectos técnicos, arquitectónicos y de funcionalidad, y necesidades futuras del usuario, que se deben tomar en cuenta para que la construcción de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias se haga de manera correcta y tengan un adecuado funcionamiento.
- Identificar los “entregables” de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias necesarios que el diseño de un proyecto de edificación debe proporcionar al constructor para la correcta ejecución de la fase de construcción.
- Definir la información necesaria que debe contener cada “entregable” de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias para que se logre la “contractibilidad” de las mismas.

Para cumplir con estos objetivos se diseñó una metodología de investigación descrita en cuatro etapas:

1. Asimilación de la teoría especializada y normatividad

La primera etapa consistirá en una revisión profunda y detallada de la teoría para diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Durante esta etapa se revisará a detalle todo el material literario que dicte los procesos técnicos correctos para el diseño de las instalaciones mencionadas con anterioridad, así como las técnicas constructivas que se deban utilizar durante la fase de construcción.

Esta información se pretende extraer de diversas fuentes oficiales y validadas, como son: libros, artículos de investigación, tesis, manuales de diseño, normas de diseño, y estándares nacionales e internacionales. Adicionalmente se consultarán las restricciones que se establecen en los reglamentos de construcción, tanto de aplicación local dentro del Estado de Yucatán, como de carácter nacional que apliquen para todo el país.

La revisión profunda y detallada de la literatura se hará con el propósito de definir cuáles deben ser los aspectos técnicos, arquitectónicos y funcionales que se deban tomar en cuenta durante las fases de diseño y construcción de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. De igual manera se pretenden conocer los parámetros a seguir para el diseño de instalaciones, como pueden ser las fórmulas adecuadas para el cálculo de las instalaciones, factores, restricciones y criterios que deben ser utilizados para realizar un diseño que derive en un funcionamiento correcto en las instalaciones, siempre y cuando se sigan los procesos y técnicas adecuadas para que lo planteado en el diseño se cumpla en la fase de construcción. De igual manera se pretende buscar información

relacionada con un estándar de calidad deseable en los materiales utilizados para la construcción de las instalaciones.

Adicionalmente a los aspectos mencionados anteriormente, se pretende conocer cómo deben ser tomadas en cuenta las necesidades del usuario al diseñar el proyecto de instalaciones, y cómo estas necesidades inciden en los criterios de diseño que se deban utilizar para garantizar la constructabilidad del proyecto.

Otro motivo importante para realizar esta revisión exhaustiva de la literatura especializada de diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias es el dominio de la materia, ya que para poder proseguir con este trabajo de investigación es de suma importancia contar con un conocimiento de diseño y construcción de instalaciones lo suficientemente avanzado para que el desarrollo del modelo conceptual se haga de manera correcta.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, la revisión de la literatura no se hará considerándola como sólo una extracción de información, sino que será efectuada de tal manera que al revisar la literatura se esté adquiriendo y asimilando el conocimiento que permita tener la capacidad de diseñar y hacer propuestas de construcción factibles para un proyecto de instalaciones eléctricas, hidráulicas y/o sanitarias.

Ya asimilado el conocimiento necesario que otorgue la capacidad de diseñar correctamente las instalaciones y hacer propuestas de construcción factibles, se sintetizará el proceso adecuado de diseño dentro de lo que será la base para el modelo conceptual, objetivo de este trabajo de investigación, que detalle la forma correcta de realizar este proceso, que a su vez proponga opciones factibles de construcción, tomando en cuenta los aspectos técnicos, arquitectónicos y funcionales, así como las necesidades del usuario, que permitan que las

instalaciones diseñadas y construidas funcionen adecuadamente y satisfagan todas las demandas.

Mediante la información obtenida en esta etapa, de igual manera se pretende comenzar a definir cuáles deben ser los entregables necesarios para la construcción de las instalaciones, la información que deben contener y la forma en que los entregables, valga la redundancia, deben ser entregados.

2. Entrevistas a expertos y observación del medio

La segunda etapa consistirá en el diseño y aplicación de una entrevista a expertos en el tema de diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Mediante esta entrevista se pretende complementar la información extraída y sintetizada en la etapa anterior mediante la observación de cómo se llevan a cabo los procesos de diseño y construcción por los expertos en estas áreas de la ingeniería, y es menester complementar la teoría de diseño y construcción de instalaciones con los conocimientos que los expertos en este tema han adquirido a través de sus años de experiencia poniendo en práctica lo aprendido en los centros de estudio y en la literatura, conocimientos que le darán un panorama más claro a esta investigación.

Los expertos a entrevistar deberán ser profesionales consolidados dentro de las áreas de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, preferentemente con algún grado de especialización posterior a la licenciatura. Se entrevistarán expertos que se dediquen al diseño y/o construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, que laboren en empresas dedicadas a este tipo de actividades, o que se desempeñen de manera independiente como consultores o contratistas. El centro de trabajo, o bien, el lugar en dónde se vaya a llevar a cabo la entrevista de los expertos, deberá estar ubicado dentro de la ciudad de Mérida en el Estado de Yucatán, o en alguna de sus comisarías periféricas.

Mediante la entrevista a los expertos se pretende obtener información complementaria acerca de los aspectos técnicos, arquitectónicos, de funcionalidad y necesidades futuras del usuario que se deben tomar en cuenta al momento de diseñar y construir instalaciones, para que éstas puedan ser construidas de manera correcta y funcionen de manera adecuada, satisfaciendo las demandas del cliente, así como cuáles deben ser los entregables que debe producir el proceso de diseño de instalaciones para ser facilitados en el proceso de construcción, para que este se lleve a cabo sin problemas de interpretación o cualquier otro problema que pudiera presentarse.

Para que la entrevista se haga de manera correcta es importante diseñar un adecuado instrumento para la recolección de información, esto con el fin de contar con una herramienta que satisfaga las necesidades del investigador y se obtenga la información que se desea de forma clara y ordenada.

La herramienta que se utilizará para la obtención de información será un cuestionario estructurado aplicado mediante entrevistas personales, el cual se basará en preguntas abiertas y cerradas, ya que de esta manera se podrán obtener respuestas concretas y fáciles de analizar [20].

3. Integración de la información y desarrollo del modelo

Posterior a las entrevistas hechas a los expertos en diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, esta información se deberá revisar, clasificar y analizar de acuerdo a los objetivos específicos que fueron planteados para esta investigación, de modo que desde esta etapa se comiencen a moldear las soluciones para cada uno de ellos.

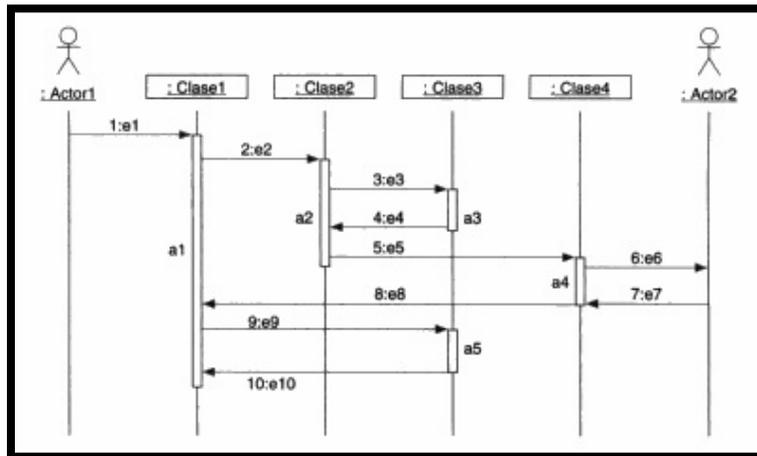
De esta etapa surgirá lo que será la primera versión del modelo conceptual para la integración del diseño y construcción de instalaciones. Como ya se ha

mencionado antes, el modelo conceptual consistirá en una serie de estrategias que permitan lograr que el diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias se integren en un solo proceso coordinado donde intervengan durante todas sus etapas las diferentes disciplinas y profesionistas involucrados, las cuales tomarán en cuenta todos los aspectos necesarios para garantizar que las instalaciones funcionen adecuadamente, y que al final de la fase de diseño proporcionen un conjunto de entregables con información clara y precisa sobre cómo se debe llevar a cabo la construcción del diseño propuesto.

Este modelo conceptual será plasmado en un conjunto de diagramas de secuencias. Un diagrama de secuencias es un tipo de diagrama usado para modelar interacción entre objetos y actores en un sistema de Lenguaje Unificado de Modelado (Unified Modeling Language, UML), el cual muestra la interacción de un conjunto de objetos y actores en un sistema a través del tiempo y se modela para cada caso de uso. Un caso de uso es una secuencia de interacciones entre un sistema y alguien o algo que usa alguno de sus servicios o procesos. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores [21]. Si bien este tipo de diagramas es usado para modelar el diseño de un sistema informático, se considera que este tipo de diagramas puede ser útil para plasmar de manera sencilla el modelo conceptual.

Mediante este tipo de diagramas se puede representar cada actividad que los actores involucrados en los procesos de diseño y construcción deban realizar y el punto en el tiempo específico en que esa actividad deba ser realizada [22].

Figura 2. Ejemplo de un diagrama de secuencia.



Fuente: (Weitzenfeld, 2005)

4. Uso de BIM para complementar la propuesta para integración del diseño y construcción de instalaciones

Una vez descrito el modelo conceptual en un conjunto de diagramas de secuencias, se procederá a implementar el proceso descrito dentro del mismo, mediante la realización de un modelo BIM desarrollado con el software BIM de Autodesk® Revit® MEP.

El modelo BIM a desarrollar deberá estar basado en un proyecto de instalaciones real, esto con el propósito de identificar la manera de integrar el uso de tecnología BIM para el diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias al modelo conceptual y plasmarlo en el mismo. El proyecto de instalaciones a elegir será el de un edificio para súper mercado no mayor a dos mil metros cuadrados de construcción, ya que este tipo de proyectos, debido a las necesidades del edificio, tienen la suficiente complejidad para que se tomen en cuenta la mayoría de las situaciones que se pudieran presentar al manejar instalaciones de este tipo, y a su vez, dicha complejidad sería manejable durante el tiempo disponible para realizar esta etapa del trabajo de investigación descrito en este documento.

El desarrollo de este modelo BIM consistirá en implementar las estrategias de diseño descritas en el modelo conceptual y utilizar las herramientas con las que cuenta el software para realizar propuestas factibles de construcción, las cuales queden plasmadas en los entregables que produzca el diseño. Al término de esta etapa se deberá complementar el modelo conceptual con la información referente al uso de sistemas BIM para la integración del diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias y coordinación de los actores involucrados en el proyecto.

CONCLUSIONES:

En base a la revisión literaria hecha para la realización de este trabajo de investigación, es posible concluir que se ha hecho poca o nula investigación respecto a la integración del diseño y la construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. La mayor parte de los trabajos de investigación existentes que abordan el tema de la integración del diseño y la construcción, tratan el tema desde el punto de vista arquitectónico y estructural. Sin embargo resulta evidente que dichos trabajos de investigación se enfocan en gran medida a la implementación de software BIM para lograr la integración del diseño y la construcción y a la automatización de procesos, sin considerar la forma en la que los procesos de diseño y construcción deben coordinarse, entre personas y sus tareas asignadas, para lograr la integración. El objetivo final de este trabajo de investigación será una propuesta concreta para la coordinación correcta entre personas y procesos relacionados con el diseño y construcción de instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, implementando software BIM como una herramienta de agilización de procesos.

REFERENCIAS:

- ❖ Autodesk, 2007. BIM's Return on Investment.
- ❖ Azhar, S., 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership & Management in Engineering*, Issue Julio 2011, pp. 241-252.
- ❖ Bosela, T. R., 2003. *Electrical systems design*. 1 ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- ❖ Corona Suárez, G. A. y otros, 2012. Marco de Referencia para la Integración Práctica del Diseño y la Construcción mediante la Tecnología BIM. Red Académica de Integración del Diseño y Construcción.
- ❖ Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K., 2011. *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- ❖ Gaidytė, R. & Stanionis, A., 2011. 2D and 3D Buildings Modeling by Geodetic Measurements Data. *Proceedings of the International Scientific Conference: Rural Development*, pp. 407-412.
- ❖ Halfawy, M. & Froese, T., 2005. Building Integrated Architecture/Engineering/Construction Systems Using Smart Objects: Methodology and Implementation. *JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING*, Issue Abril 2005, pp. 172-181.
- ❖ Hartmann, T. & Fischer, M., 2007. Supporting the constructability review with 3D/4D models. *BUILDING RESEARCH & INFORMATION*, pp. 70-80.
- ❖ Hijazi, W., Alkass, S. & Zayed, T., 2009. Constructability Assessment Using BIM/4D CAD Simulation Model. *AACE International Transactions*, pp. 1-14.
- ❖ Hjelseth, E., 2010. Exchange of Relevant Information in BIM Objects Defined by the Role- and Life-Cycle Information Model. *ARCHITECTURAL ENGINEERING AND DESIGN MANAGEMENT*, Volumen 6, pp. 279-287.

- ❖ Korman, T. M. & Tatum, C. B., 2006. Prototype Tool for Mechanical, Electrical, and Plumbing Coordination. JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING, Issue Enero-Febrero 2006, pp. 38-48.
- ❖ Love, P. E. & Edwards, D. J., 2011. Design error reduction: toward the effective utilization of building information modeling. Research in Engineering Design, Volumen Marzo 2011, pp. 173-187.
- ❖ Martínez H., B. Á., 2010. ADMINISTRACIÓN DE INSTALACIONES POR MEDIO DEL CONTROL DE INFORMACIÓN POR MEDIOS GRÁFICOS. COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010. Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA, e invitados., pp. 137-143.
- ❖ Naoum, S., 2007. Dissertation Research and Writing for Construction Students. 2 ed. United Kingdom: Butterworth-Heinemann.
- ❖ Owen, R. y otros, 2010. Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions. ARCHITECTURAL ENGINEERING AND DESIGN MANAGEMENT, Volumen 6, pp. 232-240.
- ❖ Riley, D. R., Varadan, P., James, J. & Thomas, R., 2005. Benefit-Cost Metrics for Design Coordination of Mechanical, Electrical, and Plumbing Systems in Multistory Buildings. JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT, Issue Agosto 2005, pp. 877-889.
- ❖ Rosenberg, D. & Stephens, M., 2007. Use Case Driven Object Modeling with UML: Theory and Practice. 1 ed. New York: Apress.
- ❖ Saghatforoush, E., Hasim, S., Jaafar, S. & Kadir, A., 2009. Constructability Implementation Among Malaysian Building Contractors. European Journal of Scientific Research, 29(4), pp. 518-532.
- ❖ Salazar, G. F., 2010. THE ROLE OF BUILDING INFORMATION MODELING IN A PROJECT-BASED COURSE FOR INTEGRATION OF DESIGN AND CONSTRUCTION AT WPI. COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010. Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA, e invitados., pp. 115-120.

- ❖ Tatum, C. B. & Korman, T., 2000. COORDINATING BUILDING SYSTEMS: PROCESS AND KNOWLEDGE. JOURNAL OF ARCHITECTURAL ENGINEERING, Issue Diciembre 2000, pp. 116-121.
- ❖ Trigunarsyah, B., 2004. Constructability Practices among Construction Contractors in Indonesia. JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT, Issue Septiembre-Octubre 2004, pp. 656-669.
- ❖ Weitzenfeld, A., 2005. Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet. 1 ed. México: Thomson.

ACERCA DE LOS AUTORES

El Ing. Carlos Adrián Maldonado Echeverría estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Yucatán, en México. Se desempeñó por dos años en el ámbito profesional en las áreas de edificación y de vías terrestres, en las áreas de costos y control de obra. Actualmente cursa el posgrado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, buscando obtener el grado de Maestro en Ingeniería opción Construcción, mediante la redacción de una tesis de la cual forma parte el presente artículo de investigación.

El Ing. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé es Ingeniero Civil (UADY, 1996) y Maestro en Ingeniería -Construcción (UADY, 2001); empresario consultor (2005 - 2010) donde desarrolló software para el control de proyectos de 100 empresas constructoras en la Península de Yucatán. Profesor en la Maestría en Ingeniería – Construcción y de la Licenciatura en Ingeniería Civil; dirección de tesis de maestría y participación en al menos 3 proyectos de investigación, desarrollando con los estudiantes diversos planteamientos de mejoras tecnológicas para la industria de la construcción; autor o coautor de 15 artículos científicos, productos académicos y software para la construcción. Ha presentado al menos 12 ponencias.



LA GESTIÓN DEL DISEÑO ANTE EL CONSUMISMO Y LA PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL

Doctor Luciano Segura Jáuregui Álvarez

Universidad Autónoma Metropolitana UAM-A, CYAD

México. D.F.

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

sal@correo.azc.uam.mx

LA GESTIÓN DEL DISEÑO ANTE EL CONSUMISMO Y LA PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL

RESUMEN

El presente documento describe y analiza tres elementos de reflexión importantes para el siglo XXI: diseño, el consumo y medio ambiente. El potencial que posee el diseño para fijar huellas en la sociedad es tan alto, que constituye un instrumento efectivo para la transformación orgánica de los individuos, tanto por su incidencia a través de la sensibilidad en la conformación de una percepción global, como por lo que construye, aporta, y modifica culturalmente. En este sentido, se delibera sobre el papel que el profesionista de diseño (sea industrial, gráfico, arquitecto o urbanista) debe tener en la búsqueda de alternativas que permitan paliar los efectos negativos que sobre el medio ambiente se observan.

Ubicando que la modificación que imprimen al entorno medioambiental, los asentamientos humanos y el consumo indiscriminado de productos, tiene un impacto negativo importante para el futuro inmediato del planeta.

Derivado de los planteamientos anteriores, se proponen una serie de criterios, susceptibles de ser incorporados en el proceso proyectual, para el desarrollo de productos de diseño orientados hacia el ser humano y el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Diseño, Consumo, Medioambiente, Sustentabilidad

INTRODUCCIÓN:

La influencia del diseño en la calidad de vida

Siendo el diseño la disciplina mediante la cual el ser humano despliega su capacidad para satisfacer las necesidades individuales o de grupo, a partir de la reconfiguración del mundo objetual, resulta válido afirmar que el diseñar es una de las características básicas del ser humano. En este sentido, se observa que desde sus orígenes la humanidad ha mancomunado su desarrollo y progreso con la creación de dispositivos técnicos, cuya intención es extender la capacidad natural para maniobrar sobre la realidad¹², superando las limitaciones derivadas de sus propias características físicas.

Los humanos siempre han diseñado cosas. Una de sus características básicas es que elaboran una amplia gama de herramientas y otros artefactos para que se adapten a sus propios propósitos. A medida que cambian dichos propósitos y a medida que las personas reflexionan sobre los aparatos de que disponen mejoras e idean y fabrican clases completamente nuevas de artefactos. Cross (2005:11)

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se infiere al diseño como la capacidad humana para generar objetos con la finalidad de satisfacer las necesidades de un grupo o conglomerado humano. Dentro de este marco de interpretación se desprende que el diseño impacta de manera directa en la calidad de vida de los seres humanos a partir del dinamismo múltiple que es capaz de desarrollar.

Desde esta perspectiva, y a fin de puntualizar sobre la manera en como las personas interactúan con los objetos estableciendo diferentes tipos de relación

¹² Estos diversos niveles de descubrimiento, dominio y desarrollo son consecuencia directa de las diferentes evoluciones tecnológicas.

con los mismos, Löbach (1988), enuncia tres funciones en los productos de diseño:

- a) Función práctica, la cual tiene que ver con las relaciones entre un producto y un usuario que se basan en efectos directos orgánico-corporales fisiológicos.
- b) Función estética, la cual trata sobre la relación entre un producto y un usuario en términos de percepción definiéndola también como el aspecto psicológico de la percepción sensorial durante el uso.
- c) Función simbólica, está determinada por todos los aspectos espirituales, psíquicos y sociales de uso.

A partir de las precisiones anteriormente enunciadas, resulta posible reflexionar que el diseño responde a necesidades y deseos de una sociedad perfectamente delineada en el espacio histórico-temporal que le corresponde.¹³ Es decir, aun cuando las necesidades humanas siguen siendo en términos básicos las mismas, los deseos y anhelos de los grupos humanos, que también son satisfechos por el diseño, cambian a través del tiempo.¹⁴ En consecuencia, la validez total del objeto de diseño obedece a factores temporales; a pesar de que la función práctica que satisface sigue vigente, es probable que sus funciones estética y simbólica ya no lo sean, y por lo tanto se descarte su viabilidad como objeto de uso.

Las funciones del diseño en la generación de productos de consumo

El potencial que posee el diseño para fijar huellas en la sociedad es tan alto, que constituye un instrumento efectivo para la transformación orgánica de los individuos, tanto por su incidencia a través de la sensibilidad en la conformación de una percepción global, como por lo que construye, aporta, y modifica culturalmente.

Vivimos rodeados de diseño. Siempre encima, abajo o a un lado de productos diseñados. La mayoría de los objetos, importantes o triviales, antiguos o recientes, feos o bellos, útiles o no, están aquí desde que

¹³ Se refiere a la utilidad de lo diseñado para un entorno concreto.

¹⁴ Se incluyen tanto las necesidades reales a satisfacer por el diseño, como también las artificialmente creadas.

nacemos, nos acostumbramos pronto a ellos, y con ellos aprendemos los usos del mundo. Martín (2002:26)

Si bien la generación de objetos ha estado presente desde los albores de la humanidad, el diseño como disciplina estructurada entorno a procesos educativos formales y a la generación de profesionistas del diseño en sus diferentes áreas, se da a principios de la década de los años 20's del siglo XX con la Staatliches Bauhaus¹⁵.

Será en dicha institución educativa donde se gestará un perfil muy particular sobre lo que se pretende que el diseñador logre a partir de la integración entre lo funcional, lo productivo y lo estético. En este ámbito y de acuerdo con Walter Gropius, miembro fundador y primer director de la escuela, citado por Maldonado (2002: 244), el desarrollo de un objeto de diseño debe de responder a las siguientes consideraciones:

La capacidad de crear un objeto "bello" se basa en el manejo soberano de todos los presupuestos económicos, técnicos y formales de dónde resulta su organismo: El modo en el que el hombre que construye ordena las relaciones entre las masas, los materiales y los colores del objeto construir, le confiere su aspecto característico. Su valor espiritual se esconde en las relaciones de medida de este ordenamiento, y no en el agregado externo que, a título del embellecimiento, del ornamento o del perfil, arruina su forma clara cuando no están motivados funcionalmente.

Este punto nos parece que proporciona un referente privilegiado, pues se establece que el valor real de un objeto de diseño estará dado por el despliegue de la función práctica que este posea, a través de la utilización del mismo. A partir del uso, se despliegan y se manifiestan las funciones estética y simbólica. En el

¹⁵ En 1920, de manera paralela surge en la Unión Soviética la Vkhutemas (escuela superior de arte y técnica). La cual sería el centro de creación de los movimientos constructivista, racionalista y suprematista. Involucrando a figuras clave del diseño en el S XX como son Lissitzky, Rodchenko, Popova, Tatlin y Melnikov entre otros.

mismo sentido y a manera de complemento de lo precedentemente expuesto, Philip Kotler (2003: 25-26), una de las figuras más influyentes en el ámbito de la Mercadotecnia actual, da cuenta de la importancia del diseño y de las cualidades que este debe de otorgar a los objetos:

[...] el concepto diseño es más amplio que la simple apariencia externa de un producto. Un producto bien diseñado, además de resultar atractivo, debería de cumplir los siguientes requisitos:

- Fácil de abrir
- Fácil de montar
- Fácil lectura de las instrucciones
- Fácil de usar
- Fácil de reparar
- Fácil de eliminar¹⁶.

Desde esta perspectiva, se puntualiza que el diseño debe ser más que la apariencia estética de un objeto, haciendo referencia directa a la relación usuario-objeto, y a cuestiones de índole anti consumista: fácil de reparar, y medioambiental: fácil de eliminar; bajo el siguiente esquema de funciones del objeto: Practicidad + Estética + Simbolización.

De aquí que resulte interesante observar cómo, a pesar de los planteamientos expuestos el diseñador ha retornado a los patrones de diseño del siglo XIX, en donde se ponderan la ornamentación estética y simbólica sobre los atributos funcionales de uso de los objetos; Estética + Simbolización + Practicidad.

El Consumo de objetos de diseño

Definir el consumo como meramente la adquisición de un objeto, es un acercamiento muy pobre al concepto, el cual resulta ser más complejo de lo que a

¹⁶ A lo anterior, habría que añadir que un objeto debe ser fácil de producir en términos del impacto que su introducción en el mercado tiene con respecto al entorno del ser humano. Considerando las materias primas utilizadas, los procesos de manufactura, los canales de distribución, la aportación real que hace al usuario, su ciclo de vida y finalmente su desecho y la posibilidad de reciclaje de la mayor parte de sus componentes.

simple vista parece; Gell, citado por Martín (Ibíd: 171), arroja una luz interesante sobre el término:

El consumo es la etapa durante la cual los bienes se vinculan a referentes personales; cuando dejan de ser bienes neutrales (los cuales pueden ser poseídos por quienquiera o identificados con cualquiera), para convertirse en atributos de seres individuales, en insignias de identidades, y en signos de relaciones y obligaciones interpersonales específicas.

Se vislumbra que la relación que se establece entre el usuario y el objeto, en el sentido de lo que le significa al usuario poseer al objeto, es en esencia el elemento principal para que este sea adquirido. Es decir, existe una fase previa que es el deseo por el objeto, en donde se ven involucrados la estética del producto, y la simbolización que del mismo se lleva a cabo en términos personales, marcando de esta manera la pauta para su adquisición, posesión y consumo. En este sentido, trascienden los comentarios realizados por Acha (2001: 76):

Existe consenso general en considerar como diseños al gráfico y al industrial, estos introducen recursos estéticos en los productos tipográficos y en los de la industria masiva respectivamente. Ambos tipos de diseños producen modelos de objetos o mercancías y giran en torno a la belleza formal; más exactamente, en torno al objeto bello, tan caro a la sociedad de consumo.

Resulta posible inferir entonces, que se implanta ante el usuario-consumidor una conceptualización de atributos estético-simbólicos los cuales le comprometen de manera íntima a adquirir objetos, sin considerar las cualidades funcionales prácticas que estos posean y los beneficios que le pudieran otorgar a su vida diaria en términos de la relación de uso.

[El diseño] ha estado fuertemente *asociado con los fenómenos de moda*, de la *creación de un estilo*, en otras palabras: el diseño [...] ha sido *reducido a un fenómeno de la estética*, de lo bonito, de los *aspectos epidérmicos y cosméticos* de los productos, fabricados por el sistema industrial. (Bonsiepe, 1985: 144)

En este orden de ideas, cabe señalar que será la mercadotecnia, y las herramientas que posee cómo lo es la publicidad, la disciplina que alude a la obsolescencia planificada y percibida¹⁷ de las funciones estética y simbólica en los productos. Frente a este panorama el consumidor da por sentado que si dichas funciones ya no responden a las exigencias actuales del mercado en términos de moda, la función práctica tampoco.

Vemos que lo que es consumido nunca son los objetos sino la relación misma (significada y ausente, incluida y excluida a la vez); es la *idea de la relación* la que se consume en la serie de objetos que la exhibe. La relación ya no es vivida: se abstrae y se aniquila es un objeto-signo en el que se consume. (Baudrillard, 2007: 225)

La orientación manifestada en el párrafo precedente, establece los lineamientos que dan fundamentación al sistema de producción de bienes de consumo a nivel mundial y a las políticas económicas actuales, en donde la obsolescencia planificada y percibida de los objetos se presenta como elemento importante dentro de su configuración proyectual.

Los medios de comunicación a los cuales está expuesto el usuario- consumidor le invitan a la adquisición de un nuevo producto de la misma serie, desechando el que previamente poseía; es decir, que el consumidor se encuentra en una

¹⁷ Es posible definir a la obsolescencia planificada como una práctica que atenta contra el derecho de los consumidores en beneficio de la empresa que produce un bien, cuya vida útil se fija de forma anticipada e independiente del desgaste natural de los materiales. La reparación resulta ser más onerosa que la adquisición de objeto nuevo. Incluso cuando se planifica la producción y mercadeo de un producto, ya se tiene planificado su remplazo. Esta situación es fácilmente observable en el mundo de las tecnologías de la información y la comunicación; en donde los equipos de cómputo, los teléfonos móviles, los video-juegos, los antivirus, etc, tienen un promedio de vida de tan solo 6 meses.

Por otra parte se tiene la obsolescencia percibida, como aquella que siente el consumidor por su propio capricho, en la que se ponderan las necesidades de pertenencia, realización y estatus sobre la satisfacción práctica de una necesidad a partir de las relaciones de uso que se establecen con los objetos.

Si bien ambos criterios de mercadotecnia y producción optimizan la productividad de las empresas lo hacen en detrimento de los consumidores y de los recursos naturales.

constante, y obligada, “actualización” de su particular entorno objetual. Dicha “modernización” se lleva a cabo no porque tenga el usuario-consumidor una necesidad efectiva para sustituir los objetos, sino porque el entorno social lo provoca a hacerlo, de lo contrario estará fuera de los cánones aceptados por el gusto vigente.

Se observa que el consumo del objeto radica en la satisfacción de necesidades ligadas a las funciones estética y simbólica del mismo, las cuales son agotadas rápidamente por el usuario a partir de la influencia seductora que ejercen sobre su persona los medios publicitarios.

La publicidad promete siempre lo mismo: bienestar, confort, eficacia, felicidad y éxito. Seduce con una promesa de satisfacción. Vende sueños, propone atajos simbólicos para un rápido ascenso social. Fabrica deseos y presenta un mundo en perpetuas vacaciones, distendido, sonriente y despreocupado, poblado por personajes felices y que por fin poseen el producto milagro que los hará bellos, prolijos, libres, sanos, deseados, modernos... (Ramonet, 2004: 12)

Lo anterior nos conduce a ubicar que el diseñador, centra su discurso proyectual en proporcionar solución a las necesidades de la mercantilización pasando a un segundo plano la resolución de los problemas reales del usuario. Convirtiéndose en una herramienta de la mercadotecnia, a partir de la capacidad que el término diseño tiene para incentivar las ventas y con ello el consumismo.

De manera quizá más evidente, Ettinger señala en su artículo *The Wasted Years* (recuperado: 2009) que la significación del consumismo y la política que lo justifica desde el punto de vista de la producción de bienes, surge en los Estados Unidos en la época posterior a la Segunda Guerra Mundial. Se le atribuye a Victor Lebow, un economista y analista de ventas por menudeo, la creación del concepto:

Nuestra enormemente productiva economía....demanda que hagamos del consumo nuestro modo de vida, que convirtamos la compra y uso

de bienes en rituales, que busquemos la satisfacción espiritual, nuestra satisfacción del ego en el consumo... Necesitamos consumir objetos, gastarlos, remplazarlos y descartarlos a una velocidad cada vez mayor.

Al día de hoy, y bajo el pleno dominio de la globalización y el neoliberalismo como políticas económicas a nivel mundial, los planteamientos establecidos por Lebow hace sesenta años continúan tan vigentes como el primer día. Con la enorme ventaja, de que en la actualidad se cuenta con una poderosa herramienta; la Internet; el cual ha sustituido en gran medida a las compras por catálogo tradicionales, con lo cual el flujo de mercancías a nivel mundial ha crecido de manera exponencial, y con ello evidentemente el consumismo licencioso de artículos de la más diversa índole.

El impacto negativo del consumo en el medioambiente

El consumo desenfrenado al que se hace referencia en el apartado anterior, afecta no sólo al usuario-consumidor de productos en su economía personal; sino que además se transforma un círculo de saqueo del entorno ambiental del ser humano.

En la mayoría de los países, el desarrollo es, desde hace cuatro décadas, un imperativo: Industrializarse, urbanizar, elevar los niveles de consumo de la población es la norma [...] pero esto ha afectado en términos generales a la naturaleza en su conjunto. [...] las bases de la crisis ambiental deben encontrarse en el análisis del modo de producción, las condiciones del proceso de acumulación y de reproducción del capital a escala planetaria que ha implicado, en forma inevitable por los ritmos de extracción de las materias primas, el uso de recursos naturales, y el cambio en el uso del medio natural. (Ramírez, 1997: 77-78)

La errónea interpretación de lo que significa la palabra progreso, asociando el término con un consumo licencioso, ha traído como consecuencia la depredación

del planeta. En este sentido, resulta conveniente observar los datos que proporciona Leonard (2007) en el documental "The Story of Stuff":

- El 80% de los bosques a nivel mundial han sido destruidos.
- En la región del Amazonas se talan en promedio 2000 árboles por minuto.
- El 40% de los ríos en Estados Unidos no son potables.
- Estados Unidos tiene el 5 % de la población mundial y produce el 30% de basura a nivel mundial.
- El 75% de las pesquerías mundiales han sido explotadas más allá de su capacidad.
- Se utilizan más de 100,000 químicos sintéticos en los procesos productivos actuales.
- Se utilizan retardantes de flama polibromados; los cuales contienen neurotoxinas, en almohadas, computadoras, colchones etc...
- El alimento con mayor cantidad de contaminantes es la leche materna.
- A nivel mundial, 200,000 personas migran diariamente de entornos que ya han sido agotados.
- La industria norteamericana admite verter al ambiente 4 billones de libras de contaminantes tóxicos anualmente (probablemente más).
- Actualmente, el ser humano observa más anuncios por día que la gente de hace 50 años hubiera visto en toda su vida, aproximadamente 3000 anuncios diariamente.
- El tamaño de las viviendas se ha duplicado en Estados Unidos desde la década de los años setentas. [Proporcionalmente en México el tamaño de las viviendas, populares y de clase media, se ha reducido de manera drástica desde los años 70's. Llegando a la construcción de espacios habitacionales de dimensiones ridículas, en donde claramente se busca el beneficio económico para la empresa

constructora, en detrimento de la calidad de vida de sus habitantes y con la sobresaturación del espacio urbano]

- El 99% de los productos que se consumen el día de hoy, serán basura en 6 meses

El actual contexto de crisis de tipo ambiental a nivel mundial, y sus diversas ramificaciones, motivan a la reflexión sobre lo que el profesionalista de diseño puede hacer para contribuir a contrarrestar sus efectos. Es posible inferir que el radio de acción del diseño, interpretado en un sentido orgánico, no debe limitarse a ser un vehículo eficaz para estimular el consumo proponiendo alternativas llamativas en la difusión de productos y servicios. Claramente posee la capacidad de conformar a los individuos como seres sociales, e inmerso en esta dinámica aportar toda una serie de valores que estructuran un momento cultural.

En este sentido, se medita que el diseño de bienes de consumo no debe emplazarse únicamente a los factores de índole meramente mercadológicos, se propone de forma más amplia y a la vez unificadora, que el proceso de diseño se enfoque hacia el ser humano y el medio ambiente.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA EL SER HUMANO Y EL MEDIO AMBIENTE

A partir de la información expuesta en los párrafos precedentes, resulta permisible cavilar en nuevas formas sobre cómo hacer diseño, ubicando a los profesionistas como parte medular de la cadena de progreso de la sociedad, exigiéndose a reflexionar dentro del proceso proyectual sobre aquellos factores que pueden contribuir a inhibir el consumismo, y el deterioro medioambiental que este conlleva. Sobre la base de estas consideraciones, se plantea definir al diseño como:

La capacidad del ser humano para construir soluciones tanto orgánicas en un sentido integral, como específicas, a un conjunto de problemáticas las cuales se presentan ya sea en un plano individual y/o

en un entorno colectivo, inmersas en una dinámica material, ambiental, estética, económica, política, ideológica y cultural. (Segurajáregui, 2011:78)

En aras de la precisión de los fundamentos mencionados, trasciende el hecho de que el proceso metodológico, y la investigación que este implica, se deben de traducir en conclusiones de diseño (parámetros para la toma de decisiones) las cuales a su vez justifican el producto generado; dejando a un lado cualquier consideración aleatoria.

Se proponen a continuación un conjunto de considerados en el desarrollo de productos que se denominan como parámetros de diseño para el ser humano y el medioambiente¹⁸. Integrados por un lado de una sucesión de circunspecciones de análisis de impacto y por el otro de una serie de razonamientos, ambos adaptables a cualquier metodología proyectual de diseño que se utilice.

Tabla 1

| ANÁLISIS DE IMPACTO DE OBJETOS DE DISEÑO | |
|--|---|
| Tipo de análisis | Descripción |
| Análisis de impacto medioambiental | Introducción de objetos a un entorno medioambiental específico considerando las posibles alteraciones negativas al mismo. |
| Análisis de impacto cultural | Introducción de objetos a un entorno cultural específico, considerando las posibles aportaciones o en su caso, |

¹⁸ Las consideraciones aquí expuestas, se basan en 3 factores de diseño importantes (de acuerdo con Alcaide, Más y Ramírez. 2005): DFE (DESIGN FOR ENVIROMENT), DFRM (DESIGN FOR REMANUFACTURING) y DFRec (DESIGN FOR RECYCLING). Sin embargo, en la propuesta que se presenta en este texto son vistos como una unidad y no como elementos separados; en lo que se podría conjuntar como PDSHMA (PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SER HUMANO Y EL MEDIO AMBIENTE).

| | | |
|---------------------------------------|-------|---|
| | | alteraciones negativas al mismo. |
| Análisis de impacto de sustitución | de de | Cantidad de productos que son desechados al ser sustituidos por una nueva gama. |
| Análisis de impacto de manufactura | de de | Fabricación y/o construcción de objetos considerando las posibles alteraciones negativas al entorno medioambiental. |
| Análisis de beneficios y aportaciones | de y | Medioambientales Culturales Económicos |

Análisis de impacto de objetos de diseño

El catálogo de análisis anteriormente descrito permite inferir en el estudio de productos existentes los diferentes niveles de impacto que ha tenido un producto concreto en la sociedad. De manera similar, proporciona la información para poder entrever, en una suerte de teoría de los escenarios, la huella que podrá generar la introducción de un nuevo objeto de diseño en un entorno determinado.

La investigación a profundidad de estos elementos, le otorga al profesionalista de diseño la posibilidad de concebir una diagramación de los diferentes eventos que desencadena un producto desde su fabricación, consumo y finalmente su descarte como objeto de uso válido. Al emplear este análisis junto con los criterios que a continuación se exponen será capaz de tomar las decisiones pertinentes sobre las características que el objeto deberá poseer.

Tabla 2

| CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SER HUMANO Y EL MEDIO AMBIENTE (CDSHMA) | |
|---|--|
| Criterio | Justificación |
| Satisfacción de necesidades reales del usuario | Respalden el consumo racional y no el consumismo desenfrenado. |
| Aportación cultural | Determinar la (s) aportación(es) al entorno cultural del ser humano que se pretenden con el diseño. |
| Utilicen energías alternativas para su funcionamiento. | Priorizar fuentes energéticas que prescindan total o parcialmente del uso de combustibles fósiles o no renovables. |
| Recuperación de los procesos artesanales en la generación de bienes de consumo. | Estimulación dirigida a la conservación y desarrollo de técnicas de elaboración a pequeña y mediana escala, que fomenten la humanización de los procesos de elaboración, además de mantener vivas las diversas tradiciones culturales. |
| Desarrollo urbano planificado en torno a la sustentabilidad | Generar políticas coherentes que vinculen de forma orgánica y responsable las capacidades materiales existentes con la generación de posibilidades urbanísticas, en concordancia con los lineamientos de la sustentabilidad. |
| Procesos de producción y construcción amigables con el | Detección de las concepciones e implementaciones que manifiestan impactos negativos para con el ambiente, a fin de corregirlas, eliminarlas y sustituirlas por las adecuadas para la recuperación y preservación del |

| | |
|--|---|
| medio ambiente. | mismo. |
| Outsourcing de manufactura local (inshore-outsourcing) | Incentivar la economía local empleando en la medida de lo posible talleres especializados del lugar, en la manufactura de componentes. |
| Empleo de Materias primas locales | Incentivar la economía local empleando en la medida de lo posible las materias primas del lugar. |
| Empleo de Materias primas nacionales | Incentivar la economía nacional empleando en la medida de lo posible las materias primas que el país genera. |
| Utilización de materiales de reciclaje en un porcentaje importante | A fin de reorientar orgánicamente el sentido de la recuperación y reutilización material, ha de fomentarse la tendencia progresiva a reciclar de forma efectiva, extendiendo al máximo el aprovechamiento de los recursos materiales involucrados, de esta forma se evita el recurrir a nuevos elementos. |
| Distribución amigable con el medioambiente. | Planificar pormenorizadamente los elementos vinculados a conservar, trasladar y exponer los productos, tendiendo a la funcionalidad y consumo energético mínimo, descontaminando este proceso de factores esteticistas. |
| El empaque como componente integrado del objeto. | Necesidad de lograr una relación armónica y coherente entre ambos elementos, con una clara orientación funcional, previniendo la renuncia a cualquier tipo de exceso encaminado a estimular la apetencia de consumo. El material empleado para fabricar el empaque debe de ser valorado ponderando su empleo al mínimo operativo, y las posibilidades de reciclaje o reutilización del mismo. |

| | |
|---|---|
| Fácil de usar; accesibilidad coherente con las políticas medioambientales | El sobre-diseño y el exceso material al que se ha recurrido frecuentemente, con la intención de transmitir al consumidor la certeza de la calidad del producto, resultan elementos ficticios, que deben de ser regulados en relación a su impacto ambiental. |
| Fácil de reparar. | Eludir la posibilidad de concebir como desechables a productos que podrían tener una vida útil mucho mayor. Para ello es importante concebir en su construcción unidades reparables o sustituibles a un bajo costo y de forma sencilla. |
| Durabilidad; ciclo de vida del producto extendido | La posibilidad del producto íntegramente desechable perjudica considerablemente al entorno medioambiental al generar cantidades no asimilables de desperdicios. Lo cual puede ser evitado mediante el diseño de objetos con un ciclo de vida mayor al habitual. |
| Fácil de eliminar. | Reciclaje de una parte importante de sus componentes. Uso de materiales biodegradables. |

Criterios de diseño para el ser humano y el medioambiente

Como puede observarse, los criterios anteriormente enunciados amplían de manera importante el radio de acción del proceso proyectual tradicional de diseño. Bajo esta perspectiva, se infiere que los modelos proyectuales tradicionales están agotados, al ser parte del problema y no de la solución a la situación de caos existente en torno al medio ambiente, exacerbada bajo los procesos de consumo.

“Desde la revolución industrial hasta hace poco tiempo, la economía capitalista se ha desarrollado sin tener mínimamente en cuenta los

efectos perversos de los productos en el ambiente. El resultado, como sabemos, ha sido tremendamente devastador”. (Maldonado, 2004: 23)

Se ubica entonces, que resulta necesario el compromiso por parte del diseñador, de manera íntegra, en el análisis y generación de propuestas a partir de los razonamientos aquí expuestos, los cuales consideran al ser humano y al medioambiente como una unidad.

En este contexto, trasciende que el diseñador sea capaz de responder a las interrogantes relacionadas con las aportaciones que su diseño proporciona al mundo objetual del ser humano, fuera de las consideraciones de índole mercadológica y del modelo consumista explotado por la globalización

Pero no corresponde únicamente al diseñador cargar sobre sus hombros con la enorme responsabilidad que implican estos cambios, resulta necesario transformar a la sociedad actual considerando los siguientes elementos:

Tabla 3

| Acción | Caracterización |
|------------------------------------|---|
| Políticas públicas y privadas | <ul style="list-style-type: none"> • Que impulsen el uso racional de productos y materias primas. • Que promuevan el diseño verde y el reciclaje. • Que promuevan la formación de conceptos y valores en donde la sustentabilidad y el cuidado del entorno medioambiental, sean prioritarios. |
| Ética publicitaria y mercadológica | <ul style="list-style-type: none"> • Que abogue por un consumismo racional de productos, sin imponer modas y estilos banales que suscitan el consumo irracional. • Operar un “respeto cultural” hacía las maneras de vivir y hacía la persona, generando publicidad que no estimule sentimientos de inferioridad, pretendiendo ser solucionados mediante la compra y el consumo |

| | |
|--|---|
| | irracional. |
| Procesos educativos | <ul style="list-style-type: none"> • Que puntualicen el valor de la persona per se, y no a partir de agregados objetuales. • Educación para la sustentabilidad en todos los niveles del proceso de formación del individuo. |
| Procesos constructivos y de urbanización | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación cabal de las reglamentaciones de construcción dentro del marco legal vigente. • Evitar la sobresaturación del espacio urbano. • Reconversión de los espacios urbanos en áreas verdes. • Políticas públicas que eviten la pauperización del espacio urbano |
| Apoyo a la producción local de materias primas y manufactura de objetos de uso | <ul style="list-style-type: none"> • Una filosofía perenne de que para ser global primeramente se debe de ser local. • Fortalecimiento de las redes locales de manufactura. |
| Apoyos económicos, de asesoría y logística | <ul style="list-style-type: none"> • Con créditos de bajo costo para los pequeños productores que sigan una tendencia de sustentabilidad en la manufactura de sus productos. • En la distribución y comercialización de productos de índole artesanal. • Incentivos fiscales importantes, así como facilidad para el acceso a créditos de bajo costo, para aquellas empresas que sigan una tendencia “verde” en la manufactura de productos, o en la construcción de proyectos habitacionales, comerciales o fabriles. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Incentivos fiscales para aquellos productos que tengan un ciclo de vida extendido. |
|--|--|

Necesidades de cambio a nivel social, gubernamental y productivo

CONCLUSIONES:

Al estar ligadas las múltiples actividades de diseño con los procesos de creación, producción, construcción, distribución y consumo; resulta insoslayable la responsabilidad que posee el diseñador ante la problemática medioambiental planteada en este texto.

Vale la pena apuntar aquí, que dada la importancia que despliega el diseño en la vida diaria de millones de seres humanos, la configuración de aquello que se consume debería de ser el resultado de la integración de los más diversos elementos funcionales, productivos, medioambientales estéticos y simbólicos; que son la razón misma que justifica la existencia de los objetos.

La creación de nuevos paradigmas, involucra aspectos que obligan al ser humano a reestructurar la manera de vivir, en este sentido se reflexiona que el papel del profesionalista del diseño debe ser fundamental en la concepción de alternativas que permitan en el mediano y largo plazo dar de solución, a la problemática medioambiental, enmarcadas dentro de las políticas de desarrollo sustentable.

REFERENCIAS:

- ❖ Alcaide, M. J, Más, D. J, Ramírez, A. M .A. (2005) Diseño de Producto, Métodos y Técnicas. Universidad Politécnica de Valencia, Ed. Alfaomega. México. p.116.
- ❖ Acha, J. (2001). Introducción a la teoría de los diseños. Editorial Trillas. México. p.76.
- ❖ Baudrillard, J. (2007). El sistema de los objetos. Siglo XXI editores. México. p.225.
- ❖ BBC. (2004). El consumismo no es felicidad. Recuperado 10 de marzo de 2009 de, http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_3383000/3383529.stm
- ❖ Bonsiepe, Gui. (1985). El diseño de la periferia, debates y experiencias. Gustavo Gilli. México. P.144
- ❖ Cross, N. (2005). Métodos de diseño, Estrategias para el diseño de productos. Ed. Limusa. México. p.11.
- ❖ Ettinger, J. The Wasted Years. Recuperado el 23 de abril de 2009 de, http://www.realitysandwich.com/wasted_years
- ❖ Grana, C. R (2004), ¿Ecodesarrollo Humano o Capitalismo e Imperios?, Espacio Editorial, Buenos Aires, Argentina.
- ❖ Kotler, Ph. (2003) Los 80 conceptos esenciales del marketing, de la A a la Z. Pearson- Prentice Hall. México. Páginas 25-26
- ❖ Maldonado, T. (2002). Técnica y cultura, el debate alemán entre Bismarck y Weimar. Ediciones Infinito. Argentina. p.244.
- ❖ Maldonado, T. (2004). Proyectar hoy. Ediciones Nodal, Argentina. p.23.
- ❖ Martín, J. F. (2002). Contribuciones para una antropología del diseño. Gedisa Editorial, Barcelona, España. Páginas 26, 171.
- ❖ Leonard, A. The Story of Stuff (2007), Recuperado el 20 de julio de 2009 de, <http://www.storyofstuff.com/blog/?p=6>
- ❖ Löbach, B. (1988). Diseño Industrial. Ed. Gustavo Gilli, México

- ❖ Ramírez, B, R. T. (1997). Malthus entre nosotros: Discursos ambientales y la política demográfica en México 1970-1995. Universidad Pedagógica Nacional, Ediciones Taller Abierto. México, D.F. Páginas 77-78.
- ❖ Ramonet, I. (2004). La fabrica de los deseos, en: Una fábrica de deseos: La publicidad. Selección de artículos de Le monde Diplomatique. Editorial Aun creemos en los sueños. Chile. p.12.
- ❖ Segura Jáuregui, A. L. (2011). Diseño mediante la exploración de las funciones del producto. Actas de Diseño, año 6 No.11. Universidad de Palermo, Argentina. p.178.

ACERCA DEL AUTOR

El Dr. Luciano Segura Jáuregui Álvarez estudió la licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco en México, D.F. Posteriormente se graduó como Maestro en Mercadotecnia y Administración en la Universidad Tecnológica de México. Estudio el Doctorado en Diseño, bajo la línea de Nuevas Tecnologías en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco en México D.F. Actualmente es Profesor de tiempo completo del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco en México, D.F.

LA ADMINISTRACIÓN EN OBRA DE LA PRODUCCIÓN ARQUITECTÓNICA A TRAVÉS DE BIM

Arq. Tomás Sosa Pedroza

Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Área Administración y Tecnología para el Diseño

tesp@correo.azc.uam.mx

andrade.sue@gmail.com

La administración en obra de la producción arquitectónica a través de BIM

Arq. Tomás Sosa Pedroza
Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias y Artes para el Diseño
Área Administración y Tecnología para el Diseño
tesp@correo.azc.uam.mx
andrade.sue@gmail.com

RESUMEN

El artículo define la metodología BIM, resalta la importancia del administrador en el proyecto ejecutivo en la construcción de la obra arquitectónica contemporánea, así como el perfil del personal necesario para la metodología.

Así mismo desarrolla una comparación entre cada una de las etapas de la administración de obra tradicional vs la administración de obra a través de BIM, así como sus diferentes dimensiones.

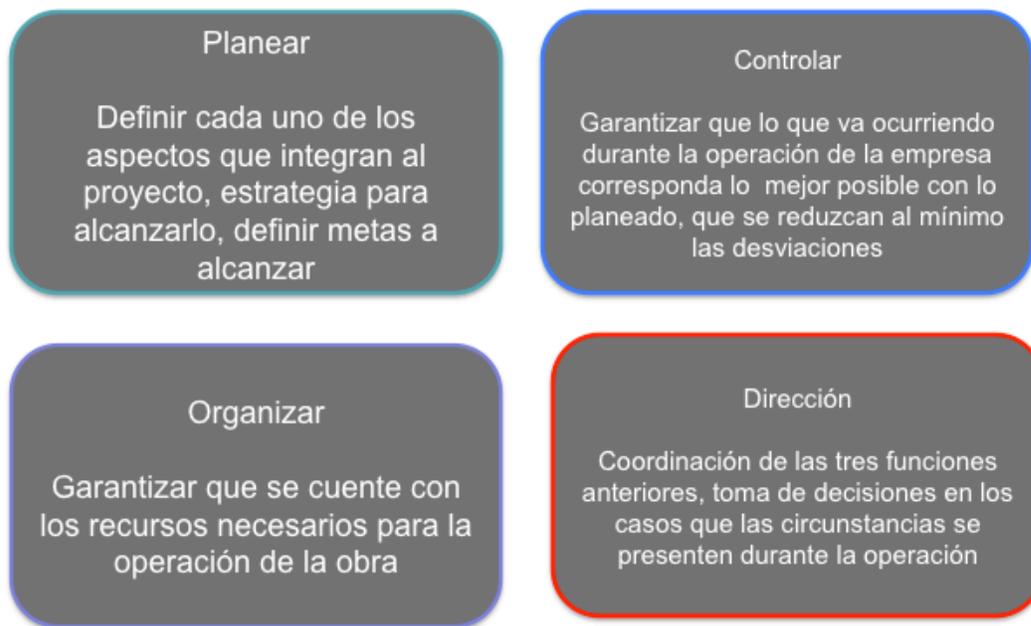
PALABRAS CLAVE

Administración, proyecto ejecutivo, BIM

Introducción

La incorporación de tecnologías de la información y comunicación cada vez son más comunes. Por lo que la tecnología se ha desarrollado e incorporado a la gestión de la obra. Para la realización de este artículo, se deberá entender la administración de obra como el proceso de planear, organizar, controlar y dirigir para lograr construir o consolidar el proyecto ejecutivo.

Figura No. 1 Administración de una obra



Fuente: Elaboración propia.

En la figura no. 1 se encuentran definidas cada una de las funciones del proceso de administración de una obra.

Proyecto ejecutivo.

Para lograr los objetivos organizacionales en la consecución de la obra arquitectónica es necesario basarse en el instrumento rector llamado *proyecto ejecutivo* y que en nuestra experiencia se puede definir como:

El proyecto ejecutivo es **el instrumento rector de la obra arquitectónica en su etapa de construcción**, que contiene la información del tipo técnico, de orden, administrativa y normativa, proporcionada de forma veraz, clara, completa y oficializada, y cuyo objetivo fundamental es suministrar las instrucciones necesarias y suficientes para ejecutar con exactitud y en todas sus partes la idea original del diseño.

El proyecto ejecutivo comprende (entre otros documentos) la siguiente información, que se muestra en la Figura No. 2

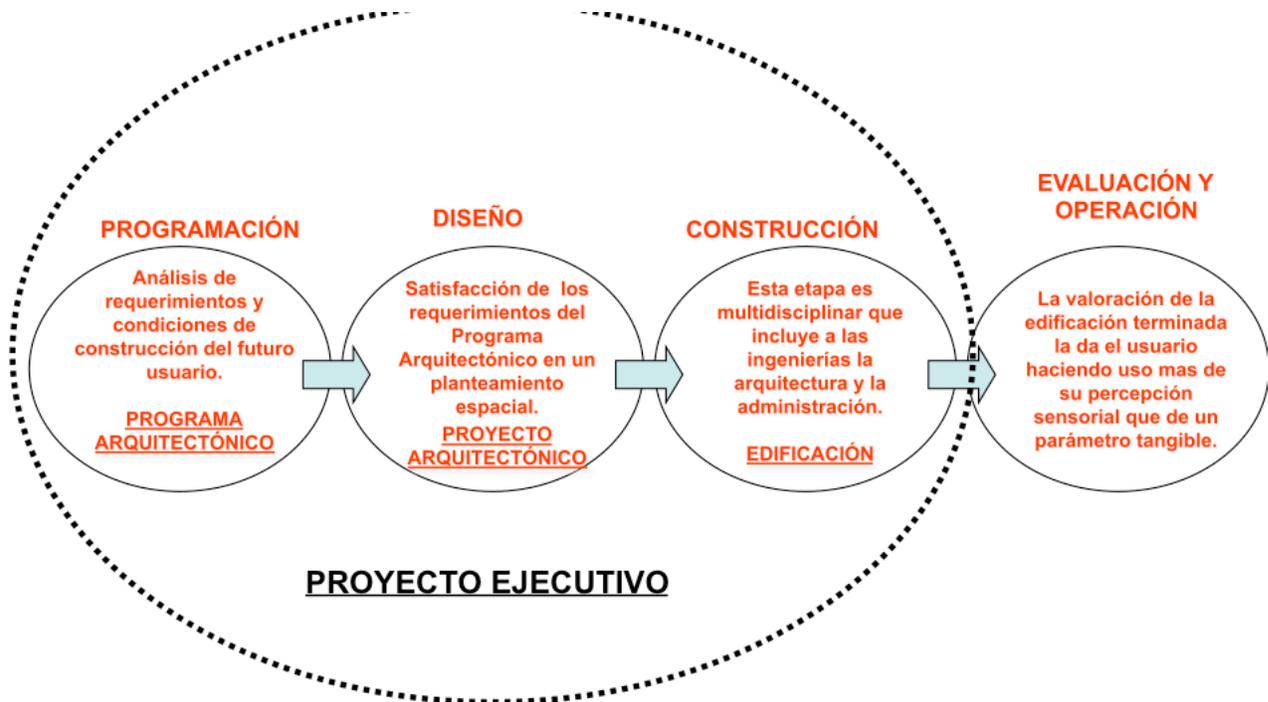
Figura No. 2 Proyecto ejecutivo y documentos integradores



Fuente: Elaboración propia.

El proceso para la culminación de la obra arquitectónica comprende cuatro fases que se establecen de forma lineal y secuenciadas dentro del método de diseño , que se muestran en la Figura No. 3

Figura No. 3 Fases de un proyecto ejecutivo

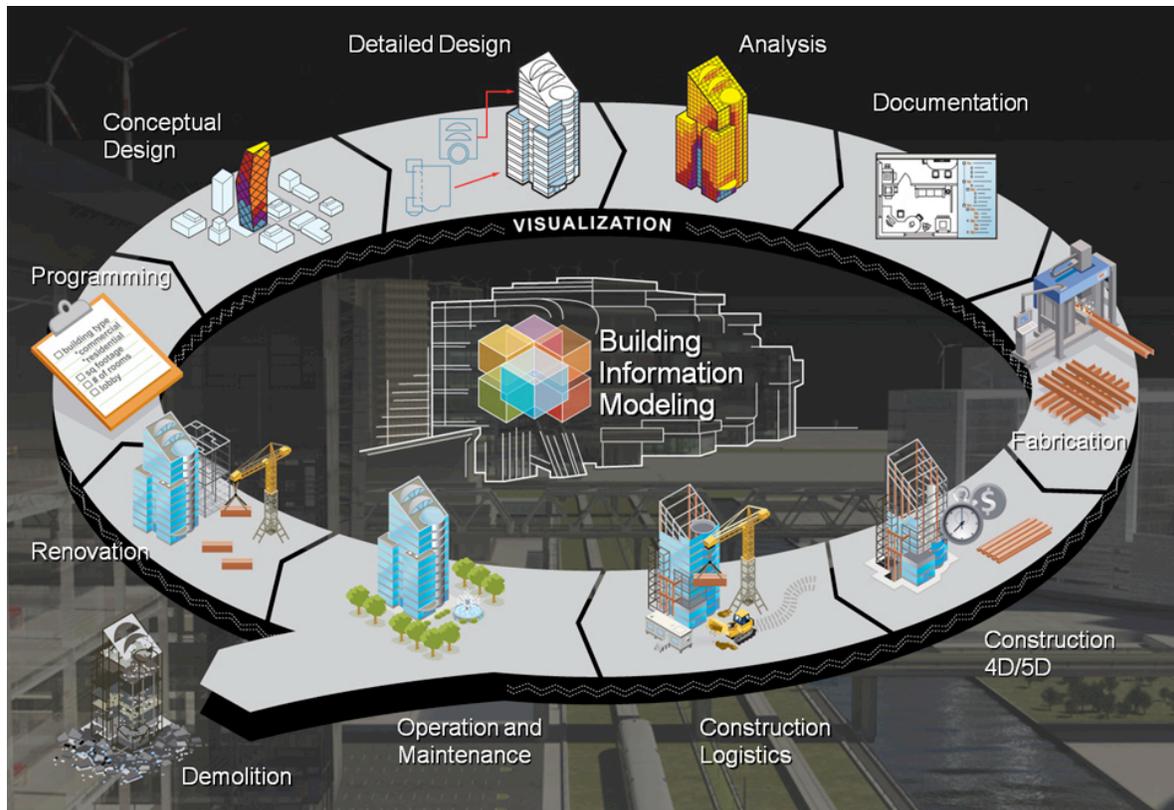


Fuente: Elaboración propia.

La integración digital de la información, del proyecto ejecutivo a la construcción de la obra.

En los últimos veinte años se ha vivido una revolución en las **Tecnologías de la Comunicación e Información** que, al ser incorporadas al trabajo de diseño en arquitectura, han transformado radicalmente la disciplina y dado que el pensamiento del diseño está ligado a los medios de representación, el abanico de posibilidades se ha ampliado con la expansión de **las nuevas herramientas digitales** que existen en el mercado en la actualidad.

Figura no. 4 Tecnología BIM en el Proyecto Ejecutivo

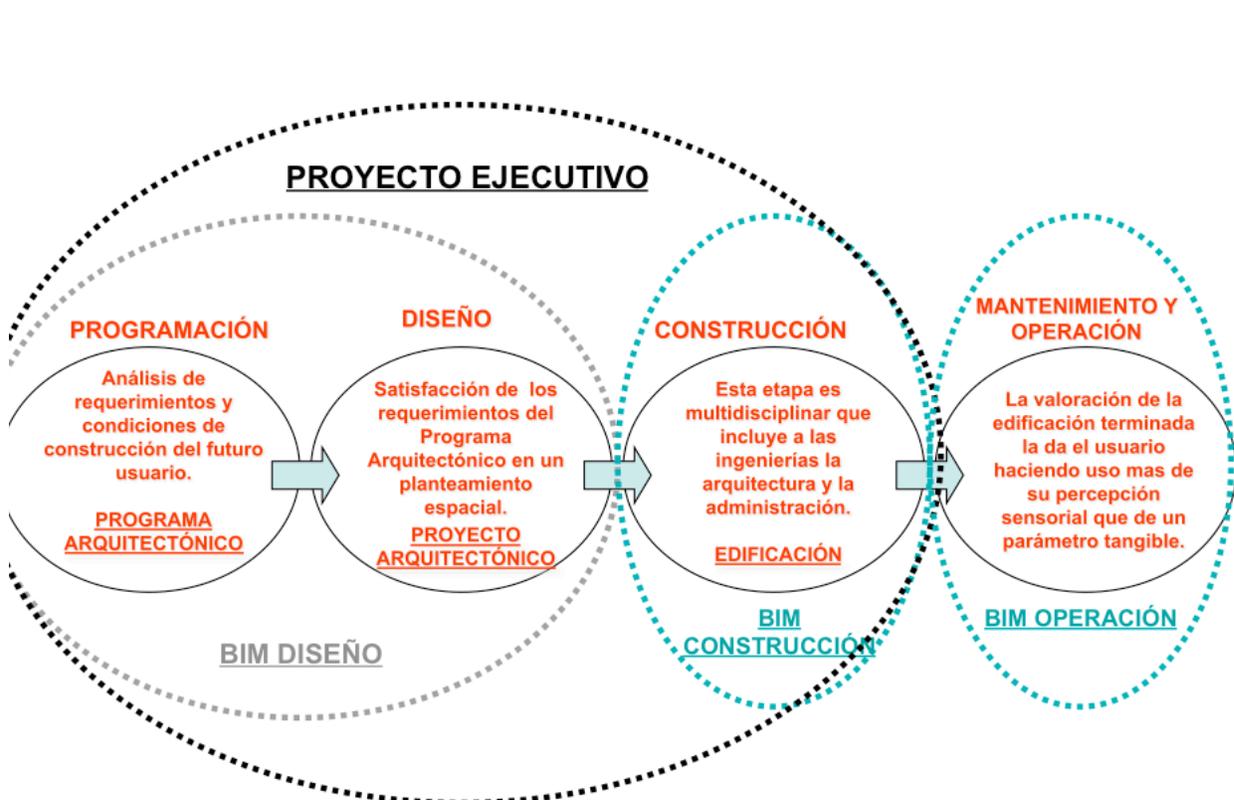


Fuente: <http://www.studioseed.net/education/courses/generative-design/revit/octubre2013>

La Tecnología BIM es un programa de computo de la familia de Autodesk, que permite el desarrollo de una metodología de generación y gestión de las representaciones digitales de las características físicas y funcionales de espacios arquitectónicas, incluyendo el factor tiempo y el dinero.

En los nuevos esquemas tecnológicos el proyecto se administra a través de la herramienta BIM, que puede ser dividida en tres sectores: BIM diseño, BIM ejecución y BIM operación

Figura No. 5 Proyecto ejecutivo a través de BIM

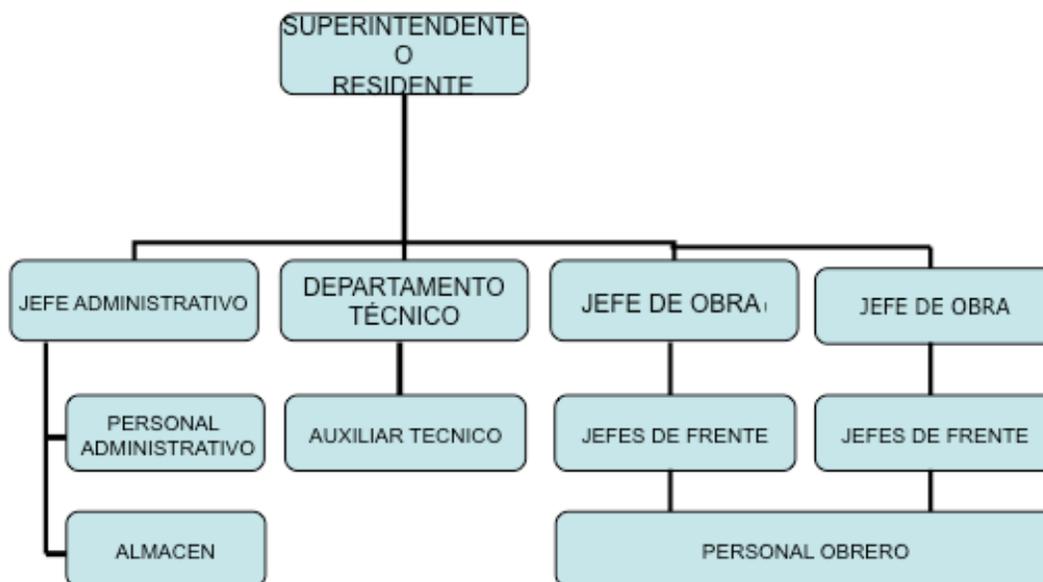


Fuente: Elaboración propia

Estos nuevos esquemas tecnológicos que han venido a modificar el proceso de diseño también han modificado el esquema organizacional de la obra fundamentalmente en el perfil profesional de la gente encargada de su ejecución.

En el organigrama típico de una obra la división lógica, óptima y ordenada asigna funciones técnicas y administrativas a cada uno de los integrantes.

Figura No. 6 Organigrama y distribución de las funciones.



| | ACTIVIDADES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN | ACTIVIDADES DE ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| SUPERINTENDENTE O RESIDENTE DE OBRA | 20 % | 80 % |
| JEFE DE OBRA | 50 % | 50 % |
| JEFE DE FRENTE | 80 % | 20 % |
| DPTO. TÉCNICO | 0 % | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

El departamento Técnico es el que tiene mayor injerencia en las actividades de control y planeación de la productividad, de avances y cobros, por lo tanto este es **el sitio natural para la ubicación de los nuevos cambios administrativos que integren digitalmente toda la documentación del proyecto ejecutivo.**

Figura No. 7 Planeación del diseño y departamento Técnico.

Fuente: Elaboración propia.

Con la tecnología BIM el perfil del líder del **Dpto. de tecnología de la información** deberá modificarse con tendencia hacia conocimientos mas amplios sobre programas de cómputo enfocados a diseño y construcción.

Conclusión.

La incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en los programas de estudios de la Licenciatura en Arquitectura, resulta relevante y necesario; debido a que cada vez más empresas requieren que su equipo de trabajo cuente con ciertas características y competencias para poder insertarse en el mundo laboral.

Bibliografía

www.autodesk.es/products/autodesk-revit-family/overview
<http://www.studioseed.net/education/courses/generative-design/revit/>

Suárez Salazar, Carlos, Manual de costos y precios en la construcción , Editorial Limusa., 1993, México, D. F.

Suárez Salazar, Carlos, Costos y tiempos de edificación , Editorial Limusa., 1990, México, D. F.

Suárez Salazar, Carlos, Administración de empresas constructoras, editorial Limusa, México, D. F.

ACERCA DEL AUTOR

El Arq. Tomás Sosa Pedroza estudió la licenciatura en arquitectura en el Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, actualmente realiza la Maestría en Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Actualmente es profesor de tiempo completo en la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en el Área de Administración y Tecnología para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México DF

La Mtra. Sue Andrade estudió la Licenciatura en Administración y Maestría en Estudios Organizacionales en la Universidad Autónoma Metropolitana, actualmente realiza el Doctorado en Diseño. Es profesora de tiempo parcial en en la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en el Área de Administración y Tecnología para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México DF

GESTION DE UN PROYECTO DE DISEÑO DE INTERIORES

Dra. Rosa Elena Álvarez¹
Mtra. Maria Teresa Bernal
Mtro. Carlos Angulo
Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz²

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Área Administración y Tecnología para el Diseño

¹ream@correo.azc.uam.mx

²andrade.sue@gmail.com

Gestión de un proyecto de diseño de interiores

Dra. Rosa Elena Álvarez¹
Mtra. Maria Teresa Bernal
Mtro. Carlos Angulo
Mtra. Carolina Sue Andrade Díaz²

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias y Artes para el Diseño
Área Administración y Tecnología para el Diseño
¹ream@correo.azc.uam.mx
²andrade.sue@gmail.com

RESUMEN

El artículo que se presenta surge de la inquietud en los proyectos de diseño de interiores, mismo que tiene como objetivo lograr la integración de la Gestión de Calidad dentro del proceso de diseño y ejecución del mismo, para lograr que los estándares de calidad establecidos por el cliente se cumplan; por lo que es fundamental el diseño de estrategias para controlar posibles cambios que se presentan durante la ejecución del proyecto.

La integración de la gestión de calidad tendrá como objetivo primordial el conseguir aumentar los resultados óptimos de un proyecto de Diseño de interiores.

PALABRAS CLAVE

Gestión de la calidad, Diseño de interiores, estrategias.

Introducción

El diseño de interiores cada vez más frecuentemente recurre al Diseñador de Interiores, busca un valor agregado y calidad en la propuesta de diseño, elección de materiales, colocación de los mismos y resultado final, por lo que es fundamental el diseño de estrategias de gestión de calidad para controlar esos posibles cambios que se presentan durante la ejecución del proyecto., considerando las necesidades del cliente, y haciéndolo participe de los cambios que pueden surgir durante la ejecución de obra, y que nos servirá para replantear los pasos que se seguirán en la obra.

La integración de la gestión de calidad tendrá como objetivo primordial el conseguir aumentar los resultados óptimos de un proyecto de Diseño de interiores.

Diseño de Interiores

La entrada en el nuevo siglo y el panorama cambiante del mercado, sumado al desarrollo de las TIC's ha hecho que los despachos de diseño de interiores tengan que desenvolverse en un entorno diferente, asumiendo que el diseño de interiores es una disciplina creativa que analiza la distribución de los espacios internos y externos de un espacio arquitectónico, el diseño de interiores se logra por medio de la ubicación de distintos objetos, los cuales trabajan de forma armónica, para crear una sensación agradable a la vista, pero esta visión es subjetiva, por lo que se dice que el diseño de interiores es un proceso personal.

En la vida actual tiene como objetivo lograr la habitabilidad de los espacios en todas las formas que las necesidades del confort y estéticas requieran para impresionar satisfactoriamente los diferentes sentidos humanos, dado que el confort y estética ha cambiado con el transcurso del tiempo en las diferentes culturas; por lo tanto, todo diseñador de interiores debe estar atento a las distintas variables que conforman el universo del espacio arquitectónico: la funcionalidad, la iluminación, los materiales.

La materia prima de trabajo es el manejo del espacio, el cual debe adaptar y modificar según las necesidades y medios que posea el cliente, buscando siempre la mejor solución espacial, funcional, tecnológica y económica.

Cuándo se diseña se tiene que tomar en cuenta aspectos altamente subjetivos como son:

- *La expresión de la persona que va a vivir esos ambientes.
- *La suma de los intereses de los ocupantes.
- *Las ideas personales que éstos tienen de lo que debe ser el confort.
- *La percepción del nivel de calidad esperada.

Hoy en día, el Diseño de interiores se ha convertido en el complemento de la arquitectura convencional, considera factores psicológicos humanos, los conceptos del diseño y la composición, así como la ergonomía y la antropometría, además de integrar una serie de etapas en las cuáles es importante ir considerando la gestión de calidad., con el objetivo de lograr ese valor agregado que se requiere en aspectos de calidad.

El proyecto de Diseño de Interiores incluye una serie de etapas a desarrollar, las cuales marcarán los alcances del proyecto .,es aquí en cada una de ellas en donde se debe determinar la integración de la gestión de calidad para el logro de objetivos establecidos en un proyecto de diseño de interiores en aspectos de calidad.

Etapas de un proyecto de interiores.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de un proyecto de Diseño de Interiores uno de los factores que impide lograr la calidad establecida dentro los objetivos del proyecto son los tiempos perdidos causados por los siguientes aspectos:

- *Tiempo de entrega de materiales importados, mismos que se traduce en meses.
- *Requerimientos de preparación de espacio para la colocación de materiales importados.
- *Falta de suministro de material para garantizar la calidad en la colocación de los mismos.
- *Especificaciones ambientales de dichos materiales., que se traduce en colocarlos a una temperatura ambiente específica.
- * Disponibilidad de técnicos especialistas en la colocación de materiales .
- * Vicios Ocultos (reacción de materiales)

Es por esta situación que es importante considerar la gestión de la calidad, entendida como el análisis de los requisitos de los clientes, definir los procesos para la producción y prestación de servicios, a través de personal calificado.

Dentro de la definición de alcances, el cliente expresa el problema a resolver y los límites que va a tener la intervención del proyecto de diseño de interiores, mientras que en la etapa del programa de diseño., se plantean las necesidades a cumplir dentro del desarrollo del proyecto., y por último se contempla el análisis conceptual del diseño, etapa en la cual se desarrolla la idea conceptual., así como la etapa del mantenimiento del proyecto.

En cada una de estas etapas siempre se han planteado un nivel de calidad requerido., sin embargo ya no es suficiente este nivel, por lo que se propone que este nivel de calidad se fortalezca con la integración de la Gestión de Calidad.

Calidad

El concepto de calidad, puede estar estrechamente relacionado con la falta de Planificación Estratégica dentro del proceso de diseño. por lo que es importante decir que la Planificación Estratégica tiene su eje principal en el ejercicio intelectual, individual o colectivo, definir los objetivos, así como las estrategias para alcanzarlos; definiendo metas a alcanzar a largo plazo, por otro lado, la gestión de la calidad, el eje central de su concepción está ubicado en la acción inmediata.

Dentro de un proceso de diseño y ejecución de un proyecto de diseño de interiores, el cambio(dimensiones, materiales, tiempos de ejecución) es una constante., por esta situación se considera importante integrar la gestión de calidad en un proyecto de Diseño de Interiores.

Shewhart A. Walter mencionaba que la calidad es el resultado de la interacción de dos dimensiones: subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece).

Esta definición nos hace reflexionar en los resultados que un Diseñador de Interiores puede ofrecer, sin contemplar el cambio permanente, por lo que lograr calidad en un proyecto, resultaría llevar a cabo un proceso limitado.

Calidad en un Proyecto de Diseño de Interiores

Calidad en un Proyecto de Diseño de Interiores, significa cumplimiento las normas y reglas técnicas., estas garantizan, en el mejor de los casos, la realización correcta del proyecto, sin embargo, la calidad en un proyecto de diseño de interiores exige la mejor solución para la situación actual y para los requerimientos especiales del cliente , sin hacer distinción entre proyectos de corto, mediano y gran alcance, es significativo considerar las variables que se pueden presentar en un proceso de calidad en un proyecto de diseño de interiores.

*Programa de Ejecución

*Materiales

*Especificaciones de colocación

*Presupuesto

*Recursos

Los clientes reconocen que la calidad es un atributo importante en los productos y los servicios., los proveedores están de acuerdo que la calidad es un diferenciador importante entre la de sus ofertas y las de sus competidores.

Sin embargo, para un cliente que requiere los servicios profesionales de un Diseñador de Interiores., la calidad que solicita es más de lo esperado por el mismo., es aquí en donde es importante incorporar un Sistema de Gestión de Calidad., mismo que debe cumplir los siguientes aspectos:

*Determinar las expectativas de calidad de nuestros clientes .

*Alcanzar y mantener la calidad de nuestros productos y servicios

*Mejorar la satisfacción del cliente.

*Tener confianza que la calidad está siendo alcanzada

Gestión de la Calidad

La Gestión de la Calidad total (abreviada TQM, del inglés Total Quality Management) es una estrategia de gestión desarrollada de las décadas de 1950 y 1960 por las industrias japonesas a partir de las prácticas promovidas por los expertos en materia de control de calidad W.Edwards Deming, el impulsor en Japón de los círculos de calidad , también conocidos en este país como “Círculos de Deming”.

La Gestión de la Calidad es un fenómeno reciente., civilizaciones avanzadas que brindaban apoyo a las artes manuales permitían que los clientes eligieran bienes que se alineaban con estándares de calidad más o menos altos que los bienes normales. En las sociedades en que las artes manuales eran la responsabilidad de un artesano maestro que supervisaba a los demás. La importancia del artesano se redujo cuando se estableció la producción en masa y las prácticas del trabajo repetitivo. El objetivo se convirtió en producir a gran escala el mismo producto.

Posteriormente Frederick Winslow Taylor “padre de la organización científica de trabajo” dejó las bases para la gestión de la calidad, incluyendo prácticas de mejora., mientras que Walter A.Shewhart realizó un gran paso en la evolución hacia la gestión de calidad al crear un método para el control de la calidad de productos estratégicamente importantes.

La gestión de la calidad tiene como objetivo primordial el conseguir aumentar los resultados óptimos de un proyecto., la gestión de proyectos por su parte es la disciplina que se encarga de organizar y administrar los recursos de tal manera que se pueda concretar todo el trabajo requerido por un proyecto dentro del tiempo y del presupuesto disponible.

Tom Peters y Robert Waterman en su libro “En busca de la excelencia” maneja un concepto similar que podemos asociar al de Gestión de la Calidad., según ellos la excelencia se centra sobre los aspectos humanos del proceso. La Gestión de la Calidad requiere la generación de acción, planificación y control de acciones que permitan conducir un negocio con el fin de sobrevivir a corto, mediano y largo plazo y mantenerse competitivos a largo plazo.

A través de la Gestión de la Calidad las organizaciones logran posicionarse en los mercados en forma competitiva., esta gestión toma en cuenta a todos los miembros encargados del proyecto, afín de conocer sus inquietudes.

Otro tipo de gestión que apoya a la gestión de calidad es la gestión del conocimiento (proveniente del inglés knowledge management). Se trata de un concepto aplicado en las organizaciones, que se refiere a la transferencia del conocimiento y de la experiencia existente entre sus miembros. De esta manera, ese acervo de conocimiento puede ser utilizado como un recurso disponible para todos los integrantes de una misma organización, que en el desarrollo de un proyecto de diseño de interiores es fundamental la transmisión de la experiencia.

Tanto la gestión del conocimiento como la gestión estratégica, vienen a complementa la gestión de calidad, para el logro de los objetivos establecidos.

La Gestión de la Calidad es una filosofía que es importante incorporar en los despachos de arquitectura que confían en el cambio orientado a lograr mejoras continuas en los procesos diarios de un proyecto., por lo que los principios de Gestión de la Calidad se propone considerarlos dentro de un despacho de diseño de interiores y aplicarlos en los proyectos que se desarrollen para lograr la calidad de sus productos y servicios y así aumentar su eficiencia.

Los principios básicos que definen la Gestión de Calidad son:

- 1.- Esforzarse en conocer y cumplir con las necesidades, tanto internas como externas, de nuestro cliente.
- 2.- Analizar procesos para obtener una mejora continua.
- 3.- Establecer equipos de mejora formados por el personal, los cuales conocen el proceso a analizar y también a sus clientes, que son los que se benefician de sus servicios y productos.

La gestión de la calidad se centra no solo en la calidad de un producto o servicio, sino en los medios para obtenerla, por lo tanto la gestión de la calidad utiliza al aseguramiento de la calidad y el control de los procesos para obtener una calidad más consistente.

El propósito de adoptar la gestión de calidad en un proyecto de diseño de interiores es desarrollar un ambiente en el cual el cambio organizacional sea natural.

Este propósito queda caracterizado por dos aspectos importantes:

*Enfoque hacia el personal: la organización considera a sus empleados como el recurso más importante del que dispone.

*Enfoque hacia el cliente: la organización dedica más tiempo para cumplir sus necesidades de calidad.

Por lo que es fundamental el diseño de estrategias de la Gestión de la Calidad para controlar esos posibles cambios que se presentan durante la ejecución del proyecto., considerando las necesidades del cliente, y haciéndolo participe de los cambios que se pueden surgir durante la ejecución de obra., y que nos servirá para replantear los pasos que se seguirán en la obra.

El término Gestión de la Calidad tiene cuatro componentes., que deben ser considerados en un proyecto de Diseño de Interiores.

Planteamiento de la calidad

Control de la calidad

Aseguramiento de la calidad

Mejoras de la calidad

La Gestión de la Calidad se centra no solo en la calidad de un producto o servicio, sino que a los medios para obtenerla., por lo tanto la gestión de la calidad utiliza al aseguramiento de la calidad y el control de los procesos para obtener una calidad más consistente.

Dentro del proceso de gestión de la calidad se contempla el empleo de las las normas ISO 9000 , las cuales son una serie de estándares que son más conocidas por establecer estándares internacionales en la gestión de la calidad, esta normatividad ayudara a definir lo que debemos cumplir como despacho de diseño de interiores y que repercutirá en los estándares de calidad establecidos por el cliente

Conclusión

La Gestión de calidad debe estar inmersa en cada actividad realizada por el diseñador de interiores, la planificación constante es la base en cualquier proyecto, de ello depende que el hacer sea el adecuado, es importante considerar que la calidad la define el cliente, no el productor, ni las normas.,sin embargo es necesario tomar en cuenta que se deben cumplir para entrar dentro del estándar que pide la gestión de calidad, pero el diseñador de interiores con base en la integración de la gestión de la calidad, tratara de lograr los objetivos establecidos, controlando los cambios permanentes que se presentan en un proyecto de Diseño de Interiores.

Bibliografía

<http://www.artedisenointeriores.blogspot.mx>

<http://www.calitectura.com>

<http://www.corporacion3d.com>

[http:// www.definicion.de.com](http://www.definicion.de.com)

<http://www.eumed.com>

<http://fido.palermo.edu>

<http://www.guiadecalidad.com/modelo>

<http://www.kalitate-katedra.ehu.es>

<http://www.lideramos.blogspot.mx>

<http://www.tls.edu.pe>

<http://www.slideshare.net>

Jose ramón Betancourt Tang- www.eumed.com Artículo : Gestión Estratégica

Wagner,O (2002). La calidad del Arquitecto.DC: Revista de Crítica Arquitectónica.

Soriano Gomáriz, F.J (2013).APP del Libro del edificio: Registro de calidad.

ACERCA DEL AUTOR

La Dra. Rosa Elena estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Autónoma Metropolitana, realizó una Maestría en Enseñanza Superior y Doctora en Ciencias de la Educación en la Universidad La Salle, tiene una estancia posdoctoral en la Universidad de Ramón Llull en Barcelona, España. Es profesora titular de tiempo completo en en la División de Ciencias y Artes para el Diseño en el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en el Área de Administración y Tecnología para el Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México DF

Administración y Tecnología para el Diseño, Compilación de Artículos de Investigación de la Red Académica Internacional Diseño y Construcción 2013 se terminó de imprimir en diciembre de 2013.

La presente edición consta de 100 ejemplares.

Distribuido por la División de Ciencias y Artes para el Diseño,
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco,
Av. San Pablo 180, Edif. H planta baja,
Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, México, D.F.

