



Alcalá Certz, Pamela Leticia (2017).

Audeves Pérez, Selene Aimée (2017).

(<https://orcid.org/0000-0003-4361-0485>)

González Fajardo, José Antonio de Jesús (2017).

(<https://orcid.org/0000-0002-6842-7401>)

Loría Arcila, José Humberto (2017).

Propuesta de un sistema de administración de infraestructura para la UADY, utilizando tecnologías SIG y BIM.

p. 219-234

En:

BIM en la construcción / coordinadores: Aurora Minna Poó Rubio y Jorge Rodríguez-Martínez.

México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, 2017.

Fuente: ISBN 978-607-28-1305-1.

Relación: <http://hdl.handle.net/11191/5782>

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

Procesos
y Técnicas de Realización

<https://www.azc.uam.mx/>

<https://www.cyad.online/uam/>

<http://procesos.azc.uam.mx/>

Administración y Tecnología para el Diseño
Investigación

<https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/>

Repositorio Institucional
Zaloamati
"Preservar con amor y cariño el saber"

<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2016. Universidad Autónoma Metropolitana. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana.



Arq. Pamela Leticia Alcalá Certz

Universidad Autónoma de Yucatán, México
pamelaalcala88@gmail.com

M.I. Selene Aimee Audeves Pérez

Universidad Autónoma de Yucatán, México
selene.audeves@correo.uady.mx

M.I. José Antonio de Jesús González Fajardo

Universidad Autónoma de Yucatán – México
jagonz@uady.mx

Dr. José Humberto Loría Arcila

Universidad Autónoma de Yucatán, México
jose.loria@uady.mx

18

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE
ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA
LA UADY, UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SIG Y BIM

RESUMEN

La administración de la Infraestructura se define como el proceso de administrar la infraestructura de un territorio de la manera más eficiente por medio del análisis del ciclo de vida de los componentes de una comunidad. Dicha administración juega un papel muy importante en la planeación, mantenimiento y operación de la infraestructura tanto a corto como largo plazo, teniendo como salidas principales: los costos del ciclo de vida, niveles de servicio, riesgos y demandas futuras, asistencia a los administradores con información completa para la toma de decisiones, mejorar los datos de administración y la evaluación del retorno de la inversión. Ante lo anterior, se desarrolla la presente investigación cuyo objetivo es elaborar un sistema para la administración de la infraestructura del Campus de Ingenierías y Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Yucatán, utilizando Sistemas Información Geográfica (SIG) y tecnología Building Information Modeling (BIM).

En dicho sistema se definirán los procedimientos y la información requerida para diseñar un modelo conceptual que podrá ser tomado como ejemplo para otras instalaciones universitarias.

Palabras clave: administración de Infraestructura, SIG y BIM.

ABSTRACT

Infrastructure Management is defined as the process of managing the infrastructure of an area as efficiently by analyzing the life cycle of the components of a community. Such administration plays an important role in the planning, maintenance and operation of infrastructure both short and long term, with the main outputs: the life cycle costs, service levels, risk and future demands, support managers with complete information for decision-making, improve data management and evaluation of the Return of the Investment (ROI). Given the above, the present research aims to develop a system for managing infrastructure of the Engineering and Exact Sciences Campus of the Autonomous University of Yucatan, using Geographic Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM). Under that system procedures and information, a conceptual model will be developed so it could be used as an example for other university facilities.

Keywords: Infrastructure management, GIS, BIM.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Elaborar un sistema para la administración de la infraestructura del Campus de Ingenierías y Ciencias Exactas de la Universidad Autónoma de Yucatán utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y tecnología Building Information Modeling (BIM).

INTRODUCCIÓN

La infraestructura civil es esencial para la prosperidad económica y la calidad de vida. Desafortunadamente, no importa que tan bien esté diseñada o construida la infraestructura, ésta se deteriora con el paso del tiempo y por el uso. Por este motivo el mantenimiento de dichas instalaciones es demandante, y la situación actual ha sido

exacerbada debido al hecho de que se postergó durante muchos años las tareas de mantenimiento para usar los recursos en nuevas construcciones. En 2005 la American Society of Civil Engineers (ASCE) realizó un estudio que examinó 15 categorías de infraestructura e instalaciones de Estados Unidos, estimó que se necesitaría una inversión mínima de \$1.6 trillones de dólares para regresar las instalaciones a sus estándares originales[1]. Esto nos indica que hay una preocupación y estudios de costos de operación y mantenimiento de la infraestructura construida que no se consideraron en el momento de su ejecución.

ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

La administración de la infraestructura se define como proceso de administrar la infraestructura de un territorio de la manera más eficiente por medio del análisis del ciclo de vida de los componentes en una comunidad con el propósito de desarrollar información sobre el mantenimiento futuro, nuevos desarrollos y la capacidad de dicho componente[2].

Dicha administración juega un papel importante en la planeación, mantenimiento y operación de la infraestructura tanto a corto como largo plazo; teniendo como salidas principales: los costos del ciclo de vida, niveles de servicio, riesgos y demandas futuras, asistir a los administradores con información completa para la toma de decisiones, mejorar los datos de administración y la evaluación del retorno de la inversión[3]. Este término ha cobrado importancia debido a que se

1 - Pratt R. (2011) Mulling Infrastructure Efficiency, Service Management. Powergrid. Disponible en: <http://www.power-grid.com> Recuperado el 24 de enero de 2014.

2 - MunicipalAssetManagementPlans(2010).Disponibleen http://www.civinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Toolsand_Resources/AssetSMART

3 - Municipal Asset Management Plans (2010). Documento Tomado de http://www.auma.ca/live/AUMA/Toolkits+%26+Initiatives/Guide_for_Municipal_Asset_Management_Plans. Capturado: Mayo 07, 2014. Traducción libre por: Pamela Alcalá

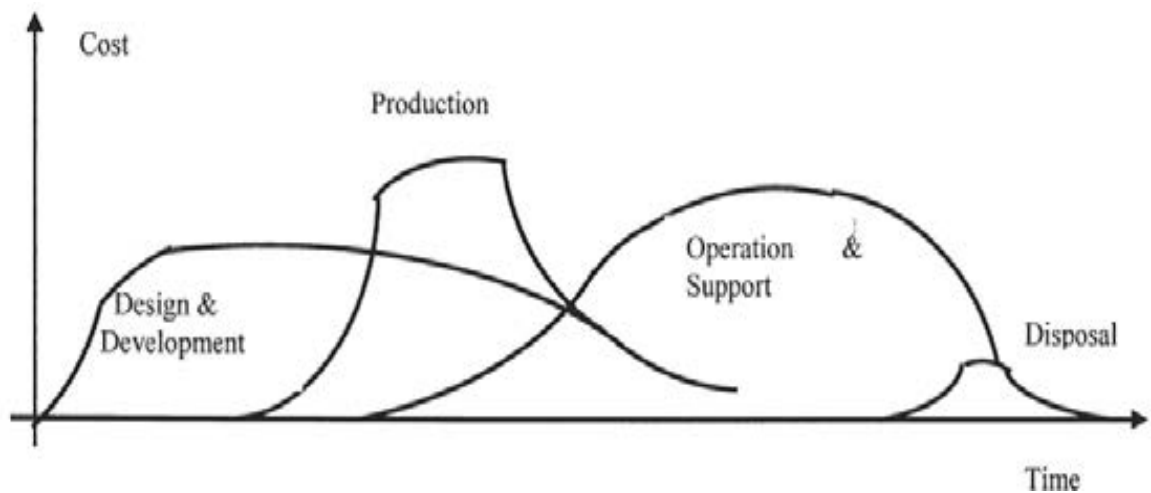


Figura 18.1 Programa de construcción, Modelo de producto (3D), Simulación. (4D)

ha observado que las organizaciones alrededor del mundo están siendo contratadas no sólo para proveer productos, sino para ofrecer soporte técnico a lo largo de su vida útil.

Esto significa que los trabajos de operación, mantenimiento y actualización ya no recaerán con el cliente sino que será responsabilidad del proveedor del servicio[4]. La herramienta del análisis del costo de ciclo de vida (LCC, por sus siglas en inglés) de un producto o proyecto resulta relevante para esta investigación y se define como: todos los gastos incurridos en la adquisición y utilización de un producto a lo largo de su vida útil[5].

Como se puede observar en la figura 18.1, el pico de los costos se ejerce en la etapa de producción, pero los costos de operación y soporte se ejercen en un periodo más prolongado lo cual indica que es un aspecto muy relevante.

Los costos iniciales, que incluyen diseño, desarrollo y producción, pueden ser aminorados por medio de la reducción de áreas construidas, adopción de métodos de construcción más

apropiados, sistemas estructurales simples y la estandarización de diseños y componentes[6]. En el caso particular de los proyectos se identifican cuatro etapas cuyos costos se desglosan de la siguiente manera:

- a) Diseño y desarrollo: Incluye materiales, administrativos, trabajadores, transporte todas aquellas actividades que tengan como objeto el diseño de un proyecto.
- b) Producción: Incluye costos de ejecución del proyecto.

4 - Oliva, R., Kallenberg, R. (2003) Managing the transition from products to services. "International Journal of Service Industry Management", 14(2), p.160-72.

5 - Elmakis, D., Lisnianski, A. (2006) Life cycle cost analysis: Actual problem in industrial Management. "Journal of Business Economics and Management" 7(1), 5-8

6 - Sherif, A. (1999) Hospitals of developing countries: Design and construction economics. "Journal of Architectural Engineering", 5(3), p. 74- 81.

7 - Gaio, C., de Brito, J., & Silvestre, J. (2012). Inspection and pathological characterization of gypsum plasterboard walls. *Materiales de Construcción*, 62(306), 285-297.

c) Operación y soporte: Incluye los costos de mantenimiento, administración de inventarios, soporte técnico, capacitación del personal, documentación de datos técnicos y la administración logística del edificio. Adicionalmente, se pueden presentar pérdidas financieras cuando alguno de los sistemas presenta una interrupción en su desempeño debido a fallas.

d) Disposición final: todos aquellos costos asociados con la desactivación y preparación del edificio para su disposición final[7].

La etapa de operación del edificio representa el 55% del costo total considerando un periodo de 40 años [8]. Por lo tanto, enfocarse solamente en el costo inicial sin consideración alguna del valor presente de los costos de mantenimiento y de operación futuros es a menudo una seria omisión durante la programación, planeación y diseño de los proyectos[9].

A comienzos del siglo XXI se reconoció el valor de las propiedades como un gran centro de capital que puede contribuir en las utilidades, y por esa razón, deben ser administrados de manera efectiva[10]. La administración de los edificios puede ser subdividida en cinco categorías principales:

- Administración y planeación de edificios.
- Operación y mantenimiento de edificios.
- Estados financieros.
- Factores humanos y ambientales.
- Análisis de riesgos

El presente documento está orientado a la categoría de operación y mantenimiento de edificios y uno de los sistemas que se puede adoptar es la Administración Basada en Desempeño del Edificio (PeBBu, Performance-Based Building) cuyos principios son los siguientes:

- Traducir las necesidades humanas a requerimientos de los usuarios.

- Transformar dichas necesidades en requerimientos técnicos y criterios cuantitativos.
- Responder a dichos requerimientos a lo largo del ciclo de vida del edificio[11].

Los estudios recientes de la administración de edificios han empezado a considerar los aspectos técnicos y sus repercusiones en los programas de mantenimiento y modernización de los edificios[12]. Los rápidos avances tecnológicos que estimulan requerimientos de desempeño más altos, acompañado de la gran complejidad de los edificios modernos, han forzado a los administradores a considerar nuevos patrones para conseguir el confort, seguridad, eficiencia energética y costo-beneficio de sus construcciones.

SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

En este punto es relevante identificar sistemas que apliquen el ciclo de vida, uno de ellos son los Sistema de Ingeniería (System Engineering Process, SEP por sus siglas en inglés) que se define como una aproximación interdisciplinaria para proveer un conjunto de soluciones, basados en el ciclo de vida, que satisfaga las necesidades de un cliente[13].

8 - Flanagan, R. and Norman, G. (1989) Life-Cycle Costing: Theory and Practice. RICS, Surveyors Publications Ltd, London.

9 - Documento Tomado de: <http://www.maxwideman.com/papers/managing/summary.htm>. Capturado: Octubre 26, 2004. Traducción libre por: José H. Loría Arcila.

10 - Douglas, J. (1996) Building performance and its relevance to Facilities Management. "Facilities", Vol. 14 No.3, p 23-32.

11 - Lavy, S., Shohet, I. (2004) Integrated maintenance management of hospital buildings: a case study, "Construction Management and Economics", 22 (1), p 25-34.

12 - MacSparran C., Tucker S. (1996) Target budget levels for building operating costs, "Construction Management and Economics", 14 (2), p 103-119.

13 - Air Force Instruction MIL-STD-499B (Draft) (2005). Disciplined Systems Engineering Process.

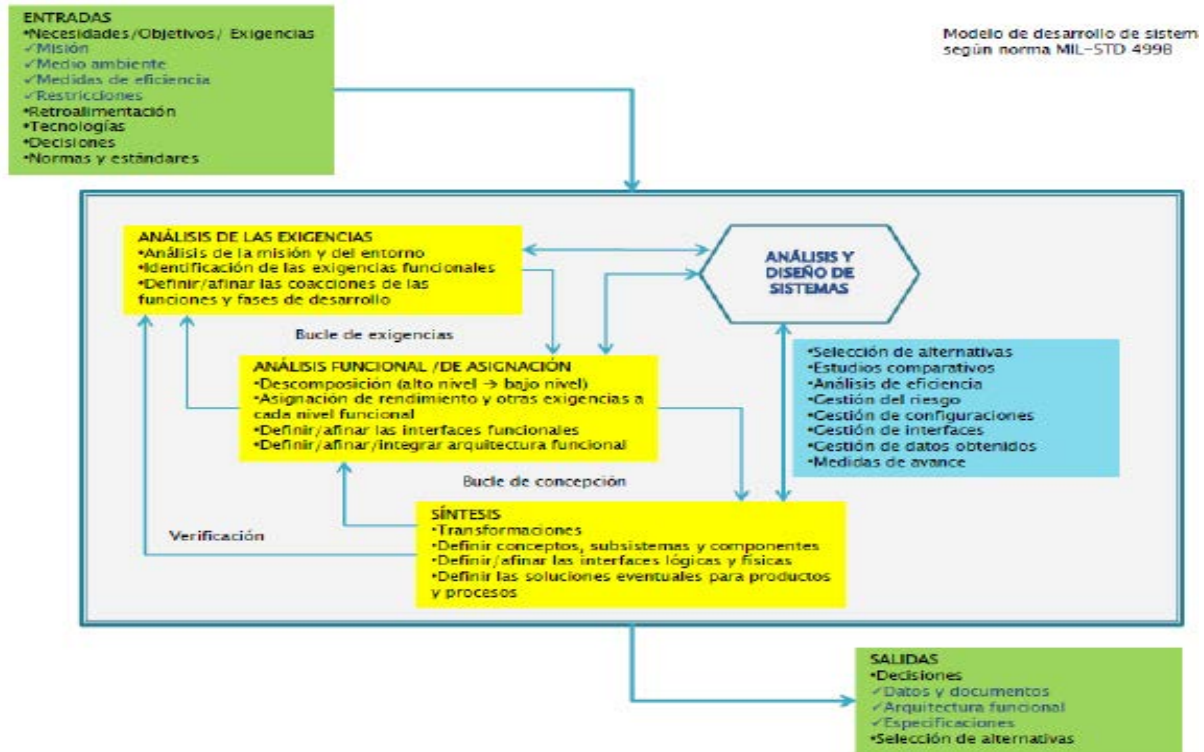


Figura 18.2 Pantalla prototipo “password” Fuente: Baruch Martínez

A manera de ejemplo, en la figura 18.2 se muestra un proceso iterativo de un Sistema de Ingeniería (SEP por sus siglas en inglés). Se puede observar que se inicia con las entradas determinadas por el cliente o involucrados en el diseño de sistemas, seguidamente se realiza un análisis de dichos requerimientos que detona el estudio del funcionamiento que incluye el desglose de los componentes o elementos que podría incluir el sistema; finalmente se llega a una síntesis en donde se definen cuáles son los componentes finales del sistema, información, relaciones, soluciones y procesos. Así se tiene un modelo conceptual del sistema por medio del cual se puede tener información para la toma de decisiones o selección de alternativas.

El funcionamiento del sistema anterior no difiere mucho de los sistemas de administración de infraestructura, ya que éstos también localizan

componentes en el sistema para identificar deficiencias y mejoras[14].

Los pasos para desarrollarlos también incluyen: recolección de datos, monitoreo del sistema, impactos en los usuarios, selección de estrategias y la implementación y retroalimentación de dicha estrategia[15].

ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA UTILIZANDO TECNOLOGÍA SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para

14 - Sanford, K., McNeil S. (2008) Agent-Based Modeling: Approach for Improving Infrastructure Management. "Journal of Infrastructure Systems" 14 (3) p. 253-261.

15 - Haas, R., Hudson, W., Zaniewski, J. (1994). Modern pavement management, Krieger, Melbourne.

ÁREA DE APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN / PROPÓSITO
Environmental sustainability of built environment (Häkkinen and Kiviniemi, 2008)	Utilizar la información BIM de la etapa de diseño para la operación del edificio. Investigar el potencial de BIM en la búsqueda de soluciones para los problemas de procesos sustentables en los edificios.
Integration of BIM into web service application (Permala et al., 2008)	Compartir información en tiempo real para aminorar el problema de transparencia de información en la cadena de la construcción. El producto final terminado fue un prototipo, llamado CS Collaborator. El programa CS Collaborator fue uno de los primeros intentos de construir un servicio BIM, basado en servicios web.
Integration of BIM and IFC standards into performance-based building standards and business processes (Huovila, 2008)	Para mejorar la innovación y desarrollo sustentable. El potencial de la valuación durante todo el ciclo de vida de los edificios con el uso de BIM fue identificado en un buen número de áreas incluyendo los requerimientos del cliente y el usuario final, la sustentabilidad del edificio en sus diversas fases del ciclo de vida, toma de decisiones, reingeniería de procesos constructivos, etc.

Figura 18.3 Síntesis de aplicación de tecnología BIM en la administración de edificios.

actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus componentes con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato. Las técnicas y procedimientos de los SIG juegan un papel importante en el análisis de alternativas en la toma de decisiones por parte de los administradores de la infraestructura[16].

De acuerdo a Ritcher hay cinco razones principales de porqué los gobiernos adoptan la tecnología SIG:

- Se mejora la eficiencia.
- Se cuenta con mejor información para la toma de decisiones.

- Más consistencia en la información.
- Mejor organización debido a un enfoque holístico de la información.
- Hay una mejor interacción entre el público y el gobierno[17].

ADMINISTRACIÓN DE EDIFICIOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA BIM

De acuerdo al comité de The National Building Information Modeling Standards (NBIMS) la definición de BIM es: representación digital de las características físicas y funcionales de un inmueble. Un modelo BIM es una fuente de información confiable que puede servir de base para la toma de

16 - Malczewski, J., (2006) GIS based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, "International Journal of Geographical Information Science" 20 (7)

17 - Richter, M., Governing Guide/ Mapping the Future, Governing Magazine. November 1992.

Modelo Roles Principales	DESCRIPCIÓN / PROPÓSITO	FASE	ETAPA
Modelo BIM	P) Propietario A) Arquitecto I) Ingenieros C) Contratista	Pre-proyecto	0. Requerimientos del portafolio 1. Concepción de las necesidades 2. Primeras aproximaciones de factibilidad 3. Factibilidad
Modelo tipo borrador	A) Arquitecto I) Ingenieros C) Contratista	Pre- construcción	4. Primeras aproximaciones al diseño conceptual 5. Diseño conceptual completo 6. Coordinación del diseño (y procuración)
Modelo detallado	C) Contratista I) Ingenieros	Construcción	7. Producción de información 8. Construcción
Modelo 'as built' como fue construido	C) Contratista I) Ingenieros	Post-construcción	9. Operación
Modelo para administración de edificios	F) Administrador del Edificio	Uso del edificio	10. Mantenimiento

Figura 18.4 Modelo de referencia para la información del ciclo de vida y los roles en las fases de los edificios de acuerdo al ISO 22263:20081

decisiones durante el ciclo de vida del edificio, definido como el periodo comprendido desde la concepción del proyecto hasta la demolición de la construcción [18]. BIM provee muchas ventajas sobre los dibujos 2D tradicionales debido a que permite una representación digital, paramétrica e inteligente, rica en información, orientada a los componentes. A nivel mundial se están desarrollando programas de investigación que son parte del desarrollo de la tecnología BIM; las áreas de estudio y sus autores se sintetizan la figura 18.3 [19].

Utilizando BIM se desarrolla un modelo computacional de un edificio que puede contener información de cada una de las etapas del ciclo de vida de un edificio.

De acuerdo al estándar ISO 22263:2008 de la Organización de la información de los trabajos de construcción- Marco para la administración de la información del proyecto (Organization of

information about construction Works, Framework for management of project information) los modelos tienen una clasificación y se representa en la figura 18.4. La administración de los edificios por medio de la tecnología BIM provee la visualización de las relaciones que guardan los diferentes componentes del inmueble su localización precisa y el acceso los datos de la condición actual de los diferentes atributos asignados a cada componente.

SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CON TECNOLOGÍAS SIG Y BIM

Como se ha explicado en apartados anteriores la tecnología SIG se utiliza en la administración de

18 - NBIMS, (2007) , disponible en http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf.

19 - Wong, A., Wong, F., Nadeem A. (2010) Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries, "Architectural Engineering and Design Management", 6 (4), p. 288-302



Figura 18.5 Proceso para la administración de la infraestructura.

infraestructura en muchas ciudades alrededor del mundo. Sin embargo, los edificios también son parte de la infraestructura pero tienen un mayor grado de complejidad y detalles, es decir, se conjuntan múltiples sistemas en su interior que serían difíciles de administrar con el SIG; es por eso que para el caso particular de los edificios se requiere de la tecnología BIM para modelar los componentes del edificio que requieran administrarse.

Un aspecto importante para la integración de ambas tecnologías radica en la transformación de la información detallada de un edificio a un ambiente geoespacial. Actualmente el desarrollo de los SIG permiten la inclusión de geometrías 3D (modelos geométricos) y reflejar sus relaciones espaciales (en modelos topográficos). Con el desarrollo paralelo de ambas tecnologías ahora es posible desarrollar sistemas de administración de infraestructura que permitan un uso integrado de información geoespacial y del edificio.

A continuación se describen dos proyectos cuyas características y procedimientos implementados

resultan relevantes para la presente investigación. Caso 1. Sistema de administración de infraestructura en la Ciudad de Alberta, Canadá En Canadá cada uno de sus municipios es responsable de la propiedad, operación y mantenimiento de su infraestructura. En este caso implementan el siguiente proceso para la administración de la infraestructura municipal: La unidad básica para implementar este sistema es el componente de infraestructura que se define como un componente o parte de uno que puede ser reemplazado de manera independiente o que tiene un periodo de vida significativamente diferente.

20 - Hjelseth E. (2010) Exchange of Relevant Information in BIM Objects Defined by the Role- and Life-Cycle Information Model, "Architectural Engineering and Design Management", 6(4), p. 279-287.

21 - Isikdag U, Underwood J, Aouad G, Trodd N,.. (2007) Investigating the Role of Building Information Models as part of an Integrated Data Layer: A fire response management case, "Architectural Engineering and Design Management", 3, p. 124-142.

22 - Municipal_Asset_Management_Plans (2010) Disponible en [http://www.civicinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Tools_and_Resources/AssetSMART-A_Local_Government_Self_Assessment_Tool_\(BETA\)--LGAMWG--September_2010.pdf](http://www.civicinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Tools_and_Resources/AssetSMART-A_Local_Government_Self_Assessment_Tool_(BETA)--LGAMWG--September_2010.pdf).

	Property	
Material	<i>Material</i> (and layers) — in accordance with Australian Building Glossary or other definitive industry reference	<i>FireRating</i> — in accordance with BCA*
Nivel de acústica	<i>AcousticRating</i> — in accordance with BCA	<i>Combustible</i>
Superficie flamable	<i>SurfaceSpreadOfFlame</i>	<i>ThermalTransmittance</i>
	<i>LoadBearing</i>	<i>Compartmentation</i>

*Building Code of Australia

Figura 18.6 Ejemplo de propiedades de los componentes del edificio.

CASO 2. ADMINISTRACIÓN DEL EDIFICIO DE LA ÓPERA DE SYDNEY, AUSTRALIA.

La investigación para el modelado del proyecto de la Administración del edificio de la Ópera de Sydney ha demostrado beneficios significativos en el diseño y digitalización de manuales operativos y de mantenimiento.

Este edificio no contaba con modelos digitales de su estructura interna, por lo que se identificó una oportunidad para investigar la aplicación de modelado del edificio con tecnología BIM para la administración del inmueble. Los objetivos de esta investigación fueron los siguientes: La implementación de los estándares internacionales de la tecnología BIM para propósitos de administración de edificios.

- Determinar el potencial de la tecnología BIM como un marco de referencia en donde se integren los datos para administración del edificio.
- Determinar la flexibilidad y extensión de la tecnología BIM para afrontar requerimientos y datos específicos para la administración del edificio.

- Determinar la habilidad de la tecnología BIM para agregar inteligencia al modelo.
- Determinar la metodología para administración de la Ópera de Sydney utilizando tecnología BIM.

Metodología utilizada para el Sistema de Administración del edificio:

- Se inicia con la determinación de los requerimientos del edificio por medio de encuestas directas con los involucrados en la administración.
- Se define que el sistema será un modelo de la ópera de Sydney que contendrá información exacta, confiable y relevante que permita la administración de sus operaciones, alteraciones o adiciones de sus sistemas y para la administración del mantenimiento.
- Se utiliza tecnología SIG para integrar el modelo maestro a su entorno por medio de referencias geoespaciales definido como "Plano de referencia de la Ópera de Sydney",

	Property	Setting
Nombre	Name	Plant reference as defined by Sydney Opera House e.g. "BG1147".
Descripción	Description	Plant description as defined above (complementing the matching asset item Name e.g. "Lift No. 06").
Elemento	Element	Sydney Opera House Asset element classification e.g. "Transportation".
Localización del ítem	ItemLocation	Sydney Opera House Room number.
Espacio funcional	Functional space	Refer Figure 4: Spatial hierarchy
Parentezco	Parent	Owning Plant reference e.g. "BG1141 Lifts".
	Name	Plant reference as defined

Figura 18.7 Ejemplo de propiedades de los componentes del edificio orientados al mantenimiento.

	IFC property	Setting
Nombre	Name	Asset element or place as defined above
Descripción	Description	Asset name as defined above (complementing the asset name)
Fecha	BFI Date	dd/mm/yyyy date the Fabric index was measured
Calificación	BFI Rating	% rating
Calificación deseable	BFI Target	% rating to be achieved
Referencia con otros elementos	BFI Benchmark	Reference rating
Notas de la inspección	BFI Note	Comments made at the measurement inspection
Nombre de la inspección	BFI Inspection name	Reference for inspection
	BPI Date	dd/mm/yyyy date the Presentation

Figura 18.8 Ejemplo de propiedades de los componentes del edificio orientados a la operación.

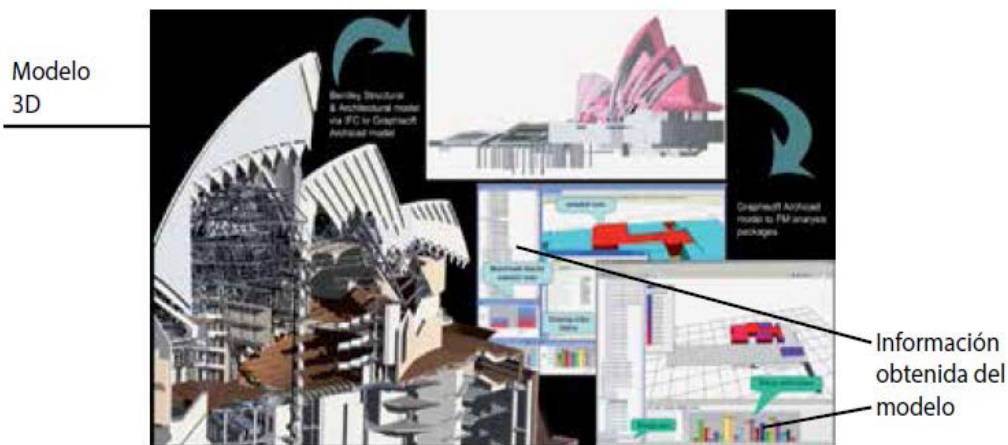


Figura 18.9 Implementación del sistema del modelado en 3D.

	Metros Construidos	Monto total que se ha invertido en la construcción
Campus de Ciencias Sociales, Económico-Administrativas y Humanidades	22.025 m ²	\$176, 200, 000
Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías	10, 942 m ²	\$87, 536, 000
Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	6, 037 m ²	\$48, 296, 000
Campus de Ciencias de la Salud	1, 510 m ²	\$12, 080, 000
Unidad Multidisciplinaria Tizimín	2, 710 m ²	\$21, 680, 000
Unidad Académica Bachillerato con Interacción Comunitaria	437 m ²	\$3, 496, 000
TOTAL	43610 m²	\$349, 288, 000

Figura 18.10 Recursos ejercidos por la UADY en sus nuevos Tcampus.

para geoposicionarlo, de tal manera que el modelo pueda ser calibrado de acuerdo a su escala real. También se obtiene información relevante para la administración del lote en donde está construido tal como: información catastral, uso de suelo, tenencia, registro del terreno y otros aspectos.

- El modelo maestro fue dividido en sub-modelos más especializados agrupados de acuerdo a las necesidades administrativas. También se definió una organización jerárquica de los componentes.
- Se continúa con el modelo arquitectónico en donde se definen los siguientes aspectos:
Propiedades de los elementos o componentes del edificio: Las propiedades se definen como la información relevante para la administración (tipo de elemento, material, color etc.) contenida en los elementos identificados

dentro del modelo. En este caso, se toman como referencia de las especificaciones internacionales para determinar las propiedades que conforman al edificio y se sigue el esquema de la (figura 18.6).

Mantenimiento: Los elementos o componentes enlistados con anterioridad también pueden presentar los siguientes atributos, que se definen como: la información orientada al mantenimiento muy particular contenida en cada uno de ellos (localización, tipo de elemento, descripción, etc.).

En la figura 18.7 se muestra un ejemplo de propiedades de los componentes del edificio orientados al mantenimiento.

Índice de condición del edificio (operación): Es un método que se ha adoptado en este edificio para medir su limpieza y apariencia general, cuya

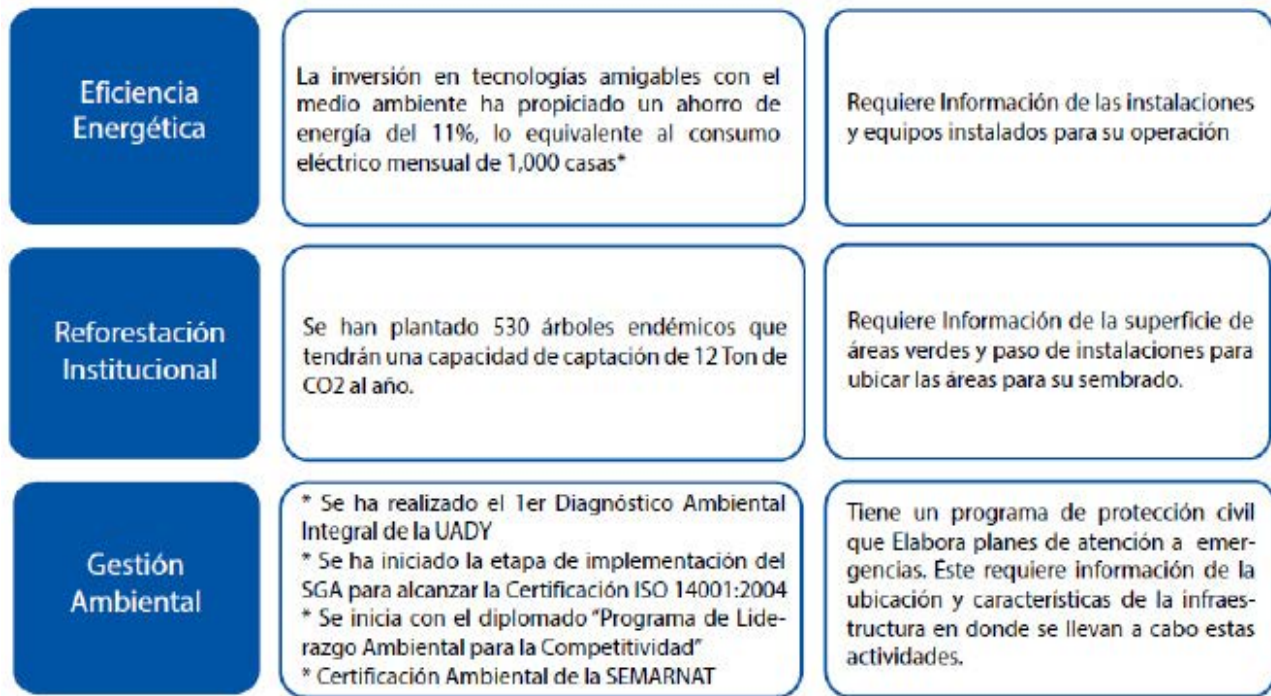


Figura 18.11

información también se incluye en el modelo por medio de un formato como el de la figura 18.8.

Para finalizar se realiza una auditoría al modelo para su validación, esto se logra por medio de softwares como: Solibri Model Checker, Finland, NavisWorks Jetstream, UK y el DesignCheck, CRC for Construction Innovation, Australia. En la figura 18.7 se puede observar la implementación del sistema en donde se observa el modelo en 3D y la información que se puede obtener de sus componentes. En este caso específico se realizó una prueba con los niveles de consumo de energía en las diferentes áreas del edificio.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ADMINISTRACIÓN DE EDIFICIOS DE LA UADY

Para la UADY uno de los ejes fundamentales para el trabajo universitario es la consolidación de los campus por área del conocimiento, dotándolos de

instalaciones apropiadas que faciliten la adecuación de espacios para el aprendizaje de los estudiantes y espacios funcionales de convivencia. Esto le ha significado una inversión de \$349, 288, 000.00 que se desglosa en la figura 18.10.

Administrar infraestructura con esta extensión es complejo y se hace más complicada debido a que los campus enlistados se encuentran en diversos puntos de la ciudad y presentan características propias. Sin embargo, esta cantidad no representa la superficie total de UADY debido a que cuenta con otro tipo de infraestructura tal como oficinas, unidades deportivas, coordinaciones y los edificios que han sido desalojados como consecuencia de su traslado a los campus.

Existe un departamento de Gestión del Medio Ambiente y otro de Ahorro y Eficiencia energética que tienen requerimientos específicos de información para llevar a cabo sus planes estratégicos, dichos requerimientos se enlistan a continuación: Como se puede observar,

se han planteado programas de construcción y mejora de las instalaciones universitarias; sin embargo, para lograr estos proyectos se necesita de información confiable sobre la cual se pueda trazar una estrategia adecuada.

RESULTADOS

Actualmente se está trabajando para cumplir con el primer objetivo específico, el cual consiste en: analizar los sistemas existentes para la administración de infraestructura orientados a la operación y mantenimiento.

CONCLUSIONES

- La importancia de la administración de los edificios radica en que ofrece datos y herramientas para la toma de decisiones de los administradores.
- En la primera sección del documento se hace evidente la importancia del periodo de operación en el ciclo de vida de los proyectos de construcción; en donde los costos de operación y mantenimiento pueden representar hasta el 55% del costo total considerando un periodo de 40 años.
- En cuanto al uso de la tecnología SIG, ésta ha sido utilizada para la administración de la infraestructura de las ciudades y muchos gobiernos la han implementado como una herramienta que proporciona datos localizados en un espacio específico que se representa por medio de imágenes y tablas de datos.
- La tecnología BIM se ha implementado en varios proyectos para la administración de edificios desde su etapa de pre diseño hasta la de operación.
- La presente investigación puede contribuir al Programa de Gestión Responsable de la Infraestructura Institucional, proporcionando

una herramienta piloto para la administración de infraestructura de la UADY.

BIBLIOGRAFÍA

- Air Force Instruction MIL-STD-499B (Draft) (2005). Disciplined Systems Engineering Process.
- Ciclo de Vida de un proyecto de Construcción. Documento tomado de: <http://www.maxwideman.com/papers/managing/summary.htm>. Capturado: Octubre 26, 2004. Traducción libre por: José H. Loría Arcila.
- Douglas, J. (1996) Building performance and its relevance to Facilities Management. "Facilities", Vol. 14 No.3, p 23–32.
- Elmakis, D., Lisnianski, A. (2006) Life cycle cost analysis: Actual problem in industrial Management. "Journal of Business Economics and Management" 7(1), 5-8.
- Flanagan, R. and Norman, G. (1989) Life-Cycle Costing: Theory and Practice. RICS, Surveyors Publications Ltd, London.
- Gaio, C., de Brito, J., & Silvestre, J. (2012). Inspection and pathological characterization of gypsum plasterboard walls. *Materiales de Construcción*, 62(306), 285–297.
- Haas, R., Hudson, W., Zaniewski, J. (1994). Modern pavement management, Krieger, Melbourne.
- Hjelseth E. (2010) Exchange of Relevant Information in BIM Objects Defined by the Role and Life-Cycle Information Model, "Architectural Engineering and Design Management", 6(4), p. 279-287.
- Isikdag U, Underwood J, Aouad G, Trodd N,.. (2007) Investigating the Role of Building Information Models as part of an Integrated Data Layer: A fire response management case, "Architectural Engineering and Design Management", 3, p. 124-142.

Lavy, S., Shohet, I. (2004) Integrated maintenance management of hospital buildings: a case study, "Construction Management and Economics", 22 (1), p 25-34.

MacSporran C., Tucker S. (1996) Target budget levels for building operating costs, "Construction Management and Economics", 14 (2), p 103-119.

Malczewski, J., (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, "International Journal of Geographical Information Science" 20 (7).

Municipal Asset Management Plans (2010). Disponible en http://www.civicinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Toolsand_Resources/AssetSMART.

Municipal Asset Management Plans (2010). Documento tomado de http://www.auma.ca/live/AUMA/Toolkits+%26+Initiatives/Guide_for_Municipal_Asset_Management_Plans. Capturado: Mayo 07, 2014. Traducción libre por: Pamela Alcalá.

Municipal_Asset_Management_Plans (2010) Disponible en [http://www.civicinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Tools_and_Resources/AssetSMART_-_A_Local_Government_Self_Assessment_Tool_\(BETA\)--LGAMWG--September_2010.pdf](http://www.civicinfo.bc.ca/Library/Asset_Management/Tools_and_Resources/AssetSMART_-_A_Local_Government_Self_Assessment_Tool_(BETA)--LGAMWG--September_2010.pdf)

NBIMS, (2007), disponible en http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf.

Oliva, R., Kallenberg, R. (2003) Managing the transition from products to services. "International Journal of Service Industry Management", 14(2), p.160-72.

Pratt R. (2011) Mulling Infrastructure Efficiency, Service Management. Powergrid. Disponible en: <http://www.power-grid.com> Recuperado el 24 de enero de 2014.

Richter, M., Governing Guide/ Mapping the Future, Governing Magazine. November 1992.

Sherif. A. (1999) Hospitals of developing countries: Design and construction economics. "Journal of Architectural Engineering", 5(3), p. 74- 81.

Sanford, K., McNeil S. (2008) Agent-Based Modeling: Approach for Improving Infrastructure Management. "Journal of Infrastructure Systems" 14 (3) p. 253-261.

Wong, A., Wong, F., Nadeem A. (2010) Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries, "Architectural Engineering and Design Management", 6 (4), p. 288-302.