

La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM.
The allocation of resources in the Project Management oriented to the methodology BIM.

Ing. Guere Oussouboure
Ingeniero Civil
Departamento de Construcciones, Facultad de Ciencias Técnicas de
la Universidad de Matanzas. Cuba.
Teléfono (53) (45) 256782 E-mail: guere.oussou@gmail.com

Dr. MSc. Ing. Roberto Delgado Victore
Ingeniero Civil. Profesor Titular. Profesor UCI
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
Asesor de la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de
Educación Superior. MES. Cuba
E-mail: robertodv@uci.cu

Recibido: 03-11-16
Aceptado: 20-12-16

Resumen:

La metodología de la gestión de proyectos ha obtenido un vasto y amplio desarrollo en el proceso inversionista, donde el proyecto representa la unidad básica organizativa de su sistema de dirección, orientado a la metodología Building Information Management BIM.

Las tecnologías recientes asociadas a la gestión de proyectos y su mejoramiento, hacen un uso más efectivo de la metodología BIM con las herramientas más actualizadas en lo referente al AutoCad, Civil 3D y el Revit para la elaboración de la documentación de proyectos, los sistemas presupuestarios como el Presto, Siecons y el Preswin, el control de ejecución como el MS Project, el Primavera o el GesPro como SWL, la simulación con el Naviswork como medio de garantizar una buena preparación del proyecto, la navegación y la visualización, como medio de garantizar una estrategia de asignación de los recursos en el proyecto vial, capaz de identificar en un proceso de integración continua, los problemas del proyecto antes de su ejecución, con el propósito de garantizar la asignación de los recursos.

El objetivo del trabajo es el desarrollo de la asignación de los recursos en la gestión de proyectos viales, su estado actual y la necesidad de seguir su desarrollo con respecto al marco referencial de la metodología BIM, con las herramientas más actualizadas

En el desarrollo del tema se muestra la gestión de proyectos, la Dirección Integrada de Proyectos (DIP) y se introduce el uso del BIM en la asignación de los recursos.

Palabras clave: Asignación de recursos, Dirección, Gestión de proyectos, Proyecto vial.

Abstract:

The project management methodology, has gained a wide and extensive development in the investment process, where the project represents the basic organizational unit of its managing system, which is oriented to the Building Information Management (BIM) methodology.

Recent technologies associated with project management and their improvement, make a more effective use of BIM methodology with the latest tools like AutoCad, Revit for the elaboration of project documentation, budget management systems like Presto and Preswin, execution control systems such as MS project, Primavera or GesPro and simulation with Naviswork system as a way of ensuring good project preparation besides navigation and visualization as a means to ensure a strategy for resource allocation in the road project, capable to identify in a process of continuous integration, project problems before their execution in order to ensure the allocation of resources.

The aim of this work is the development of resource allocation in road projects management, its current status and the need to follow its development regarding the reference framework of the BIM methodology with the latest tools.

During development of the theme, are shown project management and Integrated Project Management (DIP), besides, it is introduced the use of BIM in the resource allocation.

Keywords: Resource allocation, Management, Project management, Road project

Introducción:

La DIP desarrollada con la metodología del PMBOK, el Decreto 327 y el de las normas ISO, admite la aplicación de la gestión de proyectos con las limitaciones y las dificultades actuales, relacionadas con la gestión del costo, el plazo, la calidad y los recursos humanos. El desarrollo actual de la Ciencia y la Técnica asociada a las metodologías, la Ciencia del Proyecto y el desarrollo de las TICs permiten la aplicación de nuevos conocimientos acordes con el desarrollo actual y las obligaciones del desarrollo del país y el proceso inversionista.

La metodología BIM (**Building Information Modelling**) integra un grupo de sistemas como el REVIT, ARCHICAD, ALLPLAN, AECOSIM, SOLIBRI MODEL CHECKER, PRESTO, NAVISWORKS, CYPE y el CONTROLBIM, donde cada módulo tiene un papel determinado desde el diseño, la asignación de los recursos, el cálculo del costo, el plazo, la formulación y el control desde el diseño hasta el Facility Management durante el periodo de vida de la inversión.

El alcance de este trabajo es el desarrollo de la gestión de proyectos viales, su estado actual y la necesidad del empleo de nuevos conocimientos, como resultado de la aplicación de la DIP mediante asesorías y entrevistas en varias empresas cubanas y extranjeras, donde el dominio de la formulación, el desarrollo de la metodología DIP y las condiciones ambientales influyen en los resultados de los proyectos.

En la actualidad, la influencia del BIM en el trabajo del Project Manager es cada vez alta. Desde las fases iniciales hasta la finalización del proyecto, los procesos y la metodología de trabajo propia del BIM permite al Project Manager ejercer de modo más eficaz en el trabajo de coordinación y control, sobre cada uno de los sujetos implicados y las partes interesadas, orientándoles hacia el desarrollo de sus funciones de forma más interdependiente a partir de un sistema de información único y efectivo. El BIM ofrece un proceso de mejora para la DIP, ofreciendo un valor agregado al cliente en el ciclo de vida de la inversión, al aumentar la eficiencia operacional interna en favor del cliente, validando durante su ciclo de vida los compromisos del ejecutor con el cliente a través del cumplimiento de los contratos y el protocolo firmado.

El uso de procesos BIM en la coordinación, revisión de proyectos, en mediciones, presupuestos, planificación y control de ejecución, se ha convertido, en un valor trascendente agregado a todos los servicios asociados con la Gestión de Proyectos que ejecutan las empresas de alto desempeño. En la actualidad los procesos de licitaciones de proyectos de alto presupuesto son desarrollados por las empresas que hacen uso del BIM.

El objetivo principal de la tecnología BIM, está en la formación del recurso humano, su metodología y las herramientas informáticas según su estructura y el grado de integración en la misma.

En el marco de la estrategia del BIM se consideran:

- ❖ Desarrollar la metodología BIM y las herramientas informáticas que la integran
- ❖ Conocer los principios básicos y de uso de las principales herramientas de modelado BIM
- ❖ Conocer los principales modelos de datos BIM y su interoperabilidad
- ❖ Conocer los principales estándares, normas y protocolos de actuación en el entorno BIM
- ❖ Definir procesos de trabajo que permitan incrementar la eficacia de los sujetos, participantes y partes interesadas en el proyecto.
- ❖ Establecer flujos de información que aseguren la trazabilidad en la toma de decisiones
- ❖ Dotar de conocimientos, habilidades y herramientas para incrementar la capacidad de control sobre el desarrollo del proyecto (coordinación y revisión de modelos ...)
- ❖ Dominar el uso de herramientas que permiten la integración de funciones esenciales del Project Management con el resto de procesos BIM.
- ❖ Conocer la funcionalidad de herramientas que permiten el trabajo colaborativo entre los operadores BIM implicados en el proyecto.

BIM es la nueva herramienta de control del Project Manager. BIM brinda facilidad a la simulación, la colaboración, la optimización y la comunicación durante todo el proceso de proyecto, construcción y explotación y habilita reducir considerablemente el riesgo de la inversión asesorando al cliente durante el ciclo de vida de la inversión, desde sus ideas conceptuales hasta la vida útil de la inversión.

Entre los objetivos de la aplicación del BIM están:

1. Transmitir los principios de la metodología BIM, saber aplicarla y poder transmitirla a los especialistas comprometidos con el desarrollo de la gestión de proyectos.
2. Dotar al especialista del potencial para emplear con criterio y coherencia un amplio abanico de instrumentos específicos para el modelado y análisis de modelos BIM.
3. Crear profesionales - BIM Managers - que sean capaces de implementar y gestionar procesos de innovación con entornos y herramientas de última generación.
4. Fomentar una actitud proactiva y crítica hacia el BIM que les permita adaptarse a la evolución y cambios del sector. Construcción industrializada, Lean Construction, IPD (Integrated Project Delivery).
5. Mejorar la competitividad de los profesionales del sector
6. Promover la creación de nuevos modelos de negocio, fomentando el carácter emprendedor de los futuros profesionales del BIM.

El BIM permite trabajar de una manera sostenible y eficiente, en un ambiente de trabajo que fortalezca la integración y disminuya considerablemente los costos de todo el proceso de ejecución del proyecto. Es la metodología que permite optimizar la inversión, desarrollar la simulación, la navegación y prevención del proyecto anticipando los posibles problemas, evitar errores y reducir plazos de entrega del proyecto.

La gestión de cambios a plazo real en el proyecto, permite la reducción de plazos y costos con una mayor calidad. Más allá de la planificación en 3D, el BIM permite vincular los datos de cada elemento del proyecto, de forma que cualquier cambio insignificante se realice de forma integral y colaborativa entre todos los participantes e interesados que intervienen. Ello permite

no sólo reducción de los costos, sino también el cumplimiento con los plazos de entrega que impone el cliente.

Además de la mejora de las perspectivas económicas, es una innovación tecnológica y de valores, que conlleva una racionalización integral en la gestión de proyectos.

Las dimensiones de la metodología BIM y su nivel de integración

El BIM es una metodología que permite diseñar en 3D la documentación del contenido de los proyectos mediante modelos que reflejan los contenidos en cada una de sus fases; con volúmenes, planos, recursos, cantidades, tablas, costos, tiempo y calidad en un proceso integrado de las especialidades a través de un sistema de información y comunicación con los sujetos, participantes y partes interesadas, con facilidades para la simulación de los procesos, identificación de conflictos, evaluar soluciones y proceder a la toma de decisiones en un proceso integrado, con resultados donde se reduce el plazo de tiempo, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas.

El BIM permite construir de forma sostenible y eficiente, un medio de labor integrado que facilita evaluar el posible problema con la anterioridad suficiente como para evaluar posibles soluciones antes del proceso de ejecución, con reducciones de costos y tiempos, con mayor calidad.

Los niveles de integración según las dimensiones y sus contenidos son los siguientes:

- BIM 3D Es un modelo orientado a objetos (Columnas, Vigas, Muros, etc.), que representará toda la información geométrica del proyecto de forma integrada.
- BIM 4D, +3D. Al modelo se le añade la dimensión del tiempo y facilita controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de sus diferentes fases, diseñar el plan de ejecución para detectar posibles dificultades que pueden ser resueltas con posible reducción de costo y plazo.
- BIM 5D, +4D. Abarca el control de los, costos integrados al sistema en el proceso de simulación de la ejecución.
- BIM 6D, +5D. La sexta dimensión de BIM está relacionada con un factor que tiene cada vez más importancia, la sostenibilidad del proyecto en todas las fases del mismo, con un análisis integral desde los compromisos establecidos en la iniciación hasta su desactivación. Permite la toma de decisiones por partes del proyecto antes de su ejecución. Sistema de información único.
- BIM 7D, o Facility management, es la dimensión empleada para las operaciones de mantenimiento de las instalaciones durante la vida útil de la inversión en un modelo as-built del mismo.
- El nivel de integración del BIM y sus dimensiones en la empresa, dependen de la madurez de la organización, el equipamiento y la capacitación de sus especialistas. La Inteligencia empresarial permite realizar un estudio de la organización y en función de su madurez, la capacitación y el nivel de desarrollo del BIM según sus dimensiones, realizar un proyecto de cambio en función de las posibilidades objetivas de la empresa.



Las dimensiones del BIM en la inteligencia empresarial

Facility Management

El Facility Management se refiere a un nuevo perfil vinculado a los intereses del cliente que deben cumplirse al cierre del proyecto y el inicio de la fase de explotación en el ciclo de vida de la inversión, con la validación de los compromisos, el as-built, el programa de mantenimiento y la sostenibilidad durante la vida útil de la inversión según los compromisos establecidos en el estudio de factibilidad.

En el contenido del BIM se emplean distintos términos informáticos que se describen a continuación:

- Asset Information Model - **AIM**,
- Project Information Model – **PIM**
- BIM execution plan - **BEP**
- Building Information Model – Business Information Management **BIM**,
- Common Data Environment, Entorno de Datos Comunes. **CDE**
- Protocolo BIM

El Protocolo proporciona un marco contractual de aplicación general para el uso del BIM en proyectos, representando los intereses de los clientes. Es el marco legal que tiene una organización abierta a la inversión extranjera para organizar el proceso inversionista en función de sus intereses. Es el marco jurídico que permite se fomente el uso de BIM, en el medio ambiente en que se desarrolla la organización. Es la cedula que genera el sistema de contratación donde se establecen las obligaciones de las partes en función de los requerimientos del cliente. El Protocolo estimula los métodos de integración de los equipos de proyecto con las partes interesadas, dentro de la adopción de normas comunes.

- OPEN BIM
- OPEN PROJECT
- Construction Operations Building Information Exchange – **COBIE**

Esta nota es primordial para ayudar las operaciones, mantenimiento y gestión de activos, ya, el proyecto en explotación con la información del modelado geométrico, las listas de equipos, fichas técnicas de productos, las garantías, las listas de piezas de repuesto y programas de mantenimiento preventivo.

- Data drop
- Data Exchange Specification

Especificaciones de los formatos de archivos electrónicos que se utilizan para el intercambio de datos digitales entre diferentes aplicaciones de software BIM, facilitando de este modo la interoperabilidad.

- Information Manager

En el Protocolo BIM se refiere y se prevé el nombramiento de un "Administrador de información" por parte del empleador. Esto es, en esencia, un gestor de la información, que se encarga de esta función utilizando procedimientos y métodos de BIM.

- Life-Cycle Assessment (LCA)

Análisis del ciclo de vida, es un material de diseño que investiga y evalúa el impacto ambiental del proyecto durante todas las etapas de su existencia, en términos de materiales y energía. Se cuantifica el uso de recursos como energía, materiales, agua y emisiones ambientales como las salidas al aire, agua y suelo en éste análisis.

BIM facilita simular en tiempo real el proceso constructivo del proyecto y su visión con el objetivo de mostrar fracasos de diseño, descubrir procedencias de graves problemas y producir oportunidades de posibles mejoras a tiempo evitando problemas que provocan aumento de costo y plazo. El modelo permite obtener planos y sub-modelos detallados que pueden ser transferidos a un software complementario para la elaboración y adecuar partes y piezas especiales. Pueden ser parametrizados de nuevo en función de las necesidades y cambios propuestos en el proyecto para ser insertados nuevamente con los ajustes realizados.

De la misma manera, la visualización de modelos y sub-modelos conduce tener una comunicación efectiva con los diferentes interesados del proyecto de modo que tanto el personal calificado como no calificado pueden resolver dudas sobre el objetivo o forma del proyecto.

La Simulación en el modelo BIM

La elaboración del modelo con la intención de librar la información indispensable para encontrar los problemas de los proyectos de la construcción, con la anticipación necesaria para examinar sus posibles soluciones y escoger la más ventajosa, es una de las facultades más importantes que ofrece el BIM, usando los conceptos de la simulación, para lo cual es importante disponer de la documentación del proyecto en 3D, la estructura de desagregación por tareas, la asignación de los recursos por renglones variantes aplicando el Presto, Preswin o Siecons, los costos y las duraciones para definir el presupuesto. La Estructura de Desagregación del Proyecto, con las duraciones y costos permite establecer la secuencia de ejecución y su programación en el MS Project.

La integración del modelo con su documentación en 3D, los costos y duraciones con sus dependencias en la programación, permiten elaborar la simulación del proceso variando los cortes en la programación del Project y valorando su progreso en el modelo en 3D, examinando la continuidad en el proceso y las soluciones dadas, encontrando un posible salto o espacio vacío, que requiere de análisis y soluciones. El intervalo de tiempo puede ser global o intervalos pequeños para estudiar detalles según las escalas de trabajo y las precisiones de la documentación en 3D.

Tanto antes de la ejecución como su evaluación en un momento dado de conflictos, el proceso de simulación, es un procedimiento muy útil por el ahorro en costo y tiempo que genera en el proyecto, garantizando la calidad del producto final.

El análisis de las intercepciones hidráulicas y sanitarias con las cimentaciones, estructuras, conductos climáticos, las comunicaciones, sótanos, cisternas, escaleras y otras múltiples intercepciones que se presentan en los proyectos, pueden ser simuladas con el propósito de estudiar las posibles soluciones antes de que se presenten. Los cambios que se producen en

estos procesos se recogen en el As Built en la etapa de cierre del proyecto y se considera como documentación imprescindible para el mantenimiento.

En la programación se define la línea de tiempo en la fecha de corte, con la línea de progreso en el Project, las tareas en el intervalo según la EDT, establecen la relación con el modelo 3D para su representación y el tiempo en la curva de costo acumulado vs tiempo o curva de la S muestra el avance del costo según el desarrollo de la simulación en un proceso de integración continua en un determinado intervalo con el objetivo de visualizar los posibles conflictos y evaluar sus posibles soluciones.

El estudio integrado simulado ofrece nuevas prestaciones en la metodología BIM, que con la valoración integrada del modelo durante el ciclo de vida de la inversión, permite declarar que el sistema de información integrado del modelo ofrece mejores resultados, garantizando de mejor forma la terminación de los proyectos en el tiempo previsto, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas.

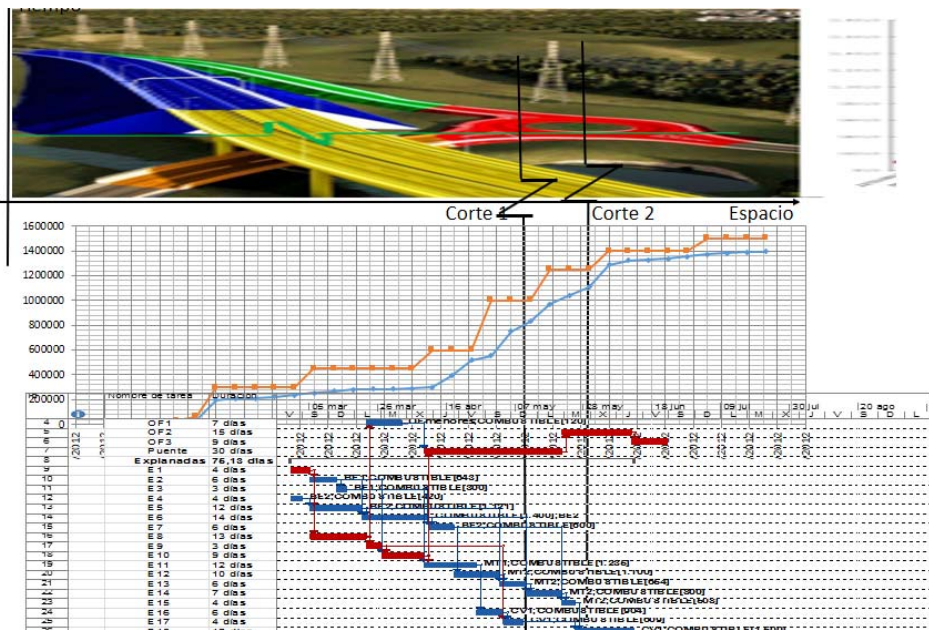


Figura No.1 El proceso de simulación vial

La figura No. 1 presenta un ejemplo de integración del diagrama espacio tiempo del vial con dos cortes sucesivos, las curvas de costo acumulado en función del tiempo o curva de la S con el financiamiento supeditado a los entregables según la programación definida en el Project. El proceso de análisis integrado a partir del modelo en 3D, con la documentación de proyecto detallada según sus requisitos técnicos permite el desarrollo de una preparación del proyecto con alta calidad. La documentación del proyecto, permite definir una estructura desagregada de las tareas EDT con los renglones variantes necesarios para llevar a cabo una Unidad básica productiva presupuestada por el Presto, y en un futuro por el Preswin o Siecons, donde se desarrolla la asignación de recursos, haciendo uso de las líneas de tendencias de las cadenas especializadas en el espacio tiempo para su exportación al MS Project 2016. Si se cuenta con el modelo, las curvas del presupuesto y financiamiento, con el cronograma, es posible definir una secuencia de cortes en la programación, identificar las tareas en el corte según la EDT, identificarlas en el modelo y en las curvas para estudiar en la secuencia de varios cortes, los posibles problemas de saltos, espacios vacíos, interferencias entre las cadenas especializadas, falta de información de los criterios de medidas para evaluar la calidad, los contratos, las competencias de los recursos humanos en un proceso de integración continua tanto interna como externa, en un proceso de preparación que garantice una mejor calidad en el siguiente proceso de ejecución del proyecto vial.

La elaboración de la planificación, documentación del proyecto, presupuesto, programación, la gestión y presentación de proyectos, aplicando la simulación de proyectos 4D, es sin duda un

buen material, porque permite generar secuencias de construcción animadas en 3D con Diagramas de Gantt (4D), crear modelos 3D que permitan su inspección visual con total libertad de movimientos, recorridos virtuales y además, diseñar presentaciones que recreará el desarrollo del proyecto en el tiempo, su integración con el entorno, su funcionamiento en la fase de utilización con todo lo que se necesita para satisfacer los requerimientos del cliente durante su ciclo de vida. La visión, simulación y navegación son procedimientos que permiten al equipo de proyecto, evaluar el comportamiento en el tiempo de algunos procesos con la anticipación necesaria para evaluar sus posibles equivocaciones y ofrecer soluciones proactivas con máximos resultados.

Beneficios de la implementación de la metodología BIM

Del estudio llevado, los beneficios de la implementación de la metodología BIM se pueden destacar:

La metodología permite la integración del proyecto en la labor del ciclo de vida de la inversión, representando y protegiendo los intereses del cliente.

Facilita el control del monitoreo y seguimiento del proyecto con respecto a los costos y el tiempo del proyecto, en el momento que sea necesario por el equipo de proyecto.

En la formulación o la fase de ingeniería de detalle permite minimizar los errores de proyecto produciendo mayor sabiduría y visualización del futuro del proyecto a través de su integración.

En otro ángulo, se alcancen mayores beneficios en la gestión de decisiones ya que hace posible efectuar estudios a través de la simulación como, por ejemplo: Que pasa sí ?, que material es mejor?, riesgos? financiamiento? lo que permite gestionar de forma más eficiente las distintas funciones que entran en juego sobre el proyecto.

En el evento que el proyecto tenga algún inconveniente o sufra un control de cambios en la línea base por causas ajenas al proyecto, facilita la cuantificación de la implementación de las estrategias dando resultado una mejor toma de decisiones, asimismo al tener control en el proceso de comunicación y cambios, permite mantener la integridad de la línea base.

El desarrollo de un sistema integrado de información único garantiza la gestión de proyectos.

Limitaciones y Consideraciones

La limitación más importante está asociada a la capacitación del personal que ejecuta las acciones en el proyecto.

La experiencia de la organización en el dominio de la DIP es otro aspecto primordial a tener presente.

Las herramientas informáticas constituyen otro estudio importante en función del objetivo de los proyectos que ejecutan. Esto no deja de ser una decisión importante al momento de optar por un cambio, ya que hay ciertos elementos que se deben considerar cuando de usar la plataforma BIM se trata.

Los profesionales que interactúan durante la ejecución del proyecto deben estar alineado en la dirección de proyectos, además, tener la disciplina del reporte de la información para mantener monitoreado el proyecto.

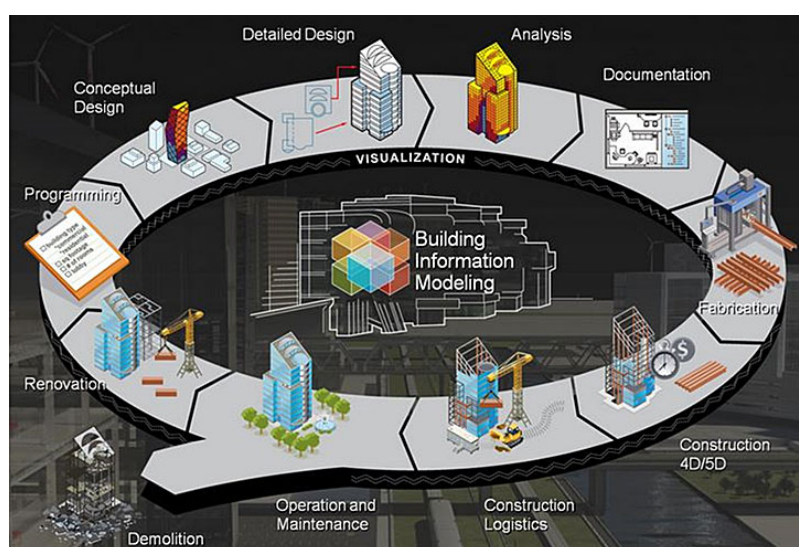
La metodología BIM se debe complementar con otras guías como lo son (Guía del PMBOK®), paquetes software por ejemplo el office.

Las principales ventajas de BIM son:

- ✓ Mejor Coordinación: Cuando hay varios arquitectos trabajando sobre un mismo proyecto, la coordinación no están difícil como con los dibujos en 2D. El software de BIM puede destacar interferencias en rojo, inmediatamente.
- ✓ Aumento productividad, menos horas-hombre: Esto se traduce a menores costos o en mejores honorarios... me inclino por la segunda claramente.
- ✓ Diseño y mejor calidad de detalle: Con este sistema se puede dedicar más tiempo al diseño ya que se reduce el tiempo en que hay que pasar los bosquejos iniciales a CAD. Además, este sistema exige pensar y diseñar todos los detalles, ya que de no hacerlo, el modelo queda inconcluso.

- ✓ Control de la información del proyecto: La base de datos de BIM, cuando se utiliza de una forma óptima se convierte en la fuente central para toda la información del proyecto, dando costos, cubicaciones, etc.
- ✓ Abrir nuevos mercados para los arquitectos: La base de datos que en definitiva es el modelo da lugar a nuevos servicios que los arquitectos pueden aprovechar, como por ejemplo estimar costos de forma más detallada, programar el management de la obra, o generar imágenes a partir de los modelos.
- ✓ Educativo para los arquitectos jóvenes: Estos programas al exigir mayor cantidad de detalle, obligan a los arquitectos jóvenes que trabajan en grandes proyectos a tomar decisiones de proyecto, o sea, fuerza a arquitectos jóvenes encontrar respuestas inmediatamente.
- ✓ Facilita la relación con el cliente: poder mostrarle al cliente cómo va avanzando el diseño de la obra en 3D sin duda es un plus muy valorado.
- ✓ El trabajo en BIM, permite detectar oportunamente incompatibilidades entre las cadenas especializadas del proyecto vial durante el proceso de diseño, obtener información en etapas tempranas y finales del proyecto, coordinación efectiva entre especialistas, y como complemento a sus herramientas de visualización 3D, permite la creación de recorridos y maquetas virtuales, animaciones y vistas en 3D.
- ✓ Con el uso de las herramientas BIM se logra incrementar la calidad de los proyectos viales, haciendo un uso efectivo de los materiales, como parte del aporte y compromiso con el cuidado del medio ambiente.

Claramente estos son procesos que duran varios años, y sin duda el CAD será una herramienta útil para diseñar elementos que en BIM aún son muy complejos, pero cada vez tendrá menos sentido dedicar horas y horas a un detallado corte asignándole espesores y medidas, cuando en un modelo BIM basta con indicar por dónde hay que pasar el o los cortes en el modelo que ya está listo.



Conclusiones:

La gestión de proyectos viales en la actualidad, satisface una función importante en el desarrollo de los programas de desarrollo del país, con las limitaciones propias del contexto en que se ejecutan en cuanto a las disponibilidades de financiamientos y los posibles suministros de los recursos según las estrategias desarrolladas, con el nivel de integración que permiten las estructuras funcionales y las organizaciones.

El desarrollo del nuevo conocimiento que brinda la metodología BIM y el apoyo de las herramientas informáticas, sobre la base del dominio de la Dirección Integrada de Proyecto, es

un nuevo reto que tienen las organizaciones integradas con las universidades en el desarrollo de las investigaciones y proyectos de desarrollo que permiten adecuar estos nuevos conocimientos a las condiciones ambientales, en cuando a la capacitación, la madurez y necesidad de alcanzar mejores resultados asociados a la reducción del plazo, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida por el cliente y las partes interesadas en un proceso en el que la preparación del proyecto antes de su ejecución garantiza de mejor forma estos resultados.

Bibliografía:

- Aliaga Melo, G. D. (2012). Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinares.
- Amendola, L. J. (2006). Estrategias y tácticas en la dirección y gestión de proyectos. Ed. Univ. Politécnica de Valencia.
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—A case Study approach. *Automation in Construction*, 24, 149–159.
- Building Smart®, BIM for the public sector-sustainability by building smarter. Newsletter nº 27-Nov 2011.
- Delgado, R. (2007). El diagrama de Pareto. *Revista Virtual de La Universidad. Católica de Occidente Santa Ana, El Salvador, Centro América*, 49, 47–49.
- Gorbaneff, Y., González, J. M., & Barón, L. (2011). ¿ Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia? *Revista de Economía institucional*, 13(24), 413–428.
- Guide, A. (2014). PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK® GUIDE). In Project Management Institute.
- Heidari, M., Allameh, E., de Vries, B., Timmermans, H., Jessurun, J., & Mozaffar, F. (2014). Smart-BIM virtual prototype implementation. *Automation in Construction*, 39, 134–144.
- Izaguirre, L. E., & Alarcón, L. F. (2008). Modelación multidimensional: un mecanismo de mejora para la gestión de proyectos de construcción. *Ambiente Construido*, 8(3), 7–19.
- Kerzner, H. R. (2013). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. John Wiley & Sons.
- Salazar Ledezma, G. F. S., & Romero, M. S. O. Á. (2011). V Congreso de Administración y Tecnología para el Diseño
- Lester, R. K. (1998). *The productive edge: how US industries are pointing the way to a new era of economic growth*. WW Norton & Company.
- Mansfield, N. R., Ugwu, O. O., & Doran, T. (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*, 12(4), 254–260.
- Martínez, P., González, V., & Fonseca, E. (2009). Integración conceptual Green66 Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 24(1), 05–32.
- Olawale, Y. A., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice. *Construction Management and Economics*, 28(5), 509–526.
- Pereyra, J. R. B., & Ledezma, G. F. S. (2005). Integración de proyectos utilizando el modelo integrado de información para la construcción. *Ingeniería*, 9(3), 67–75.
- Ramsey, S., Willke, R., Briggs, A., Brown, R., Buxton, M., Chawla, A., ...undefined, others. (2005). *Good Research Practices for Cost-Effectiveness*
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., & Owen, R. (2010). Interaction of lean and building information modeling in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968–980.
- Saldías Silva, R. O. L. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM.
- Suermann, P. C. (2009). *Evaluating the impact of building information modeling (BIM) on construction*. University of Florida.

- Xu, H., Feng, J., & Li, S. (2014). Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry. *Automation in Construction*, 39, 32–46.
- Yan, H., & Damian, P. (2008). Benefits and barriers of building information modelling. In *12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering 2008*.
- Yoders, J. (2008). Integrated project delivery using BIM. *Building Design & Construction*, 49(5), 30–44.