

# BIM and BACnet: Intertwining Stories

**Our planet is constantly changing and, in every moment, somewhere in the world, by chance or by necessity, something happens that pushes man to conceive new ideas, to walk off the beaten path and irrevocably change the course of history. Often, it is only thanks to unpredictable twists and turns that the future can be rewritten in unexpected ways, across different markets and industries.**

Today, the construction industry is facing the high cost of inefficiencies caused by the lack of integration between design, construction and maintenance of a building. It is estimated that, in 2007, this cost amounted to \$500 billion in the United States alone (see item 11 in the bibliography). More by necessity than by chance, the construction industry had to look for an urgent and effective way to reduce inefficiency. The emergency – in turn – highlighted two fundamental, underlying problems: the lack of coordination and the poor communication flow across different stakeholders involved into the design, construction and maintenance of a building. As a result, poor decision making and untimely decisions were often experienced. The IT world lent a helping hand: whenever a problem related to the exchange of information arises, a database can be designed, in which all the information about the building can be centralized and stored. Typical information include, but is not limited to, the physical location of the walls and windows and their features, the components of the electrical and heating systems, etc.

This database can be accessed by any actor interested to read, enrich or correct the information. Among other things, it can be used in combination with a computer to perform simple information consistency checks: for instance, the windows will be forced to geometrically fit within the walls, and will not remain suspended in space.

This concept was originally formulated in the 1970s; people started to name it "BIM" (Building Information Modeling) in 1992 and it finally became popular in 2002. Without any doubts, the wide adoption of BIM has largely exceeded its earliest promoters' most optimistic expectations.

## **What is "BIM"?**

"BIM" revolutionized the entire construction industry, because it allows a drastic reduction of costs in exchange for a radical change in the processes of design, construction and maintenance of the building.

"BIM" supports the creation of a building in a virtual environment, giving each player, whether the owner, the design team, or the contractor, the opportunity to contribute with their experience and knowledge throughout the virtual construction process. The building becomes a computer model in a virtual world, identical to the one which will be built in the real one, with the enormous advantage that it can be studied, modified and further improved at a very low cost.

Ultimately, it's easy to imagine how relationships between players change: since the information must flow, everyone is able to make informed decisions at the right time. It's now possible to verify the outcome in the virtual world, before experiencing the problem in the real world.

### **What is BIM Useful for?**

Today there are many software tools that, applied to the BIM model, enrich and complement it with information of various kinds, and for the most varied purposes. They range from simple software for three-dimensional view, to software for the study of the flow of construction activities. Given a specific model, it's possible to study and assess the correctness of the installation steps, the duration of the assembly duration periods, the planning of various activities, up to the consistency of the testing procedures.

The applications of the model vary, as it may contain:

- the set of the characteristics of all the building's components,
- the relationships between these components,
- the timeline according to which these relationships develop.

It's clear how the complete set of information contained in the BIM model fully includes all the information regarding the building management system (BMS), for the simple reason that the BMS is still a part of the building itself.

### **BMS Design According to BIM**

BMS can be declared into BIM since the beginning of the design process of every single subsystem. This will allow the integration of knowledge and experience of each subcontractor. The model will contain, for instance, input devices such as temperature sensors, motion detectors, magnetic contacts and output devices like valves or light actuators.

BACnet comes into play because it has an extremely useful feature: it allows the modeling of the BMS system, by means of selecting devices according to their standard profile, and based on the interoperability features to be implemented. Thus, BACnet enables the BMS design without stating specific real devices. The model will be consistent with the devices exposing the desired profile, provided that they support BACnet Interoperability Building Blocks (BIBBs) and meet the appropriate size specifications in terms of input/output (I/O), objects and all the details that may be useful.

During the construction phase relying on the BIM method, the BMS is no longer the last system to be built because it has already been built at least once in the virtual building, and therefore no longer suffers of errors and corrections made during the setup of the other systems. All the potential problems have already been fixed during the virtual building phase, sharing the experience of the BMS designer, all sub-contractors, and the building's general contractor. Moving on to the real world, actual devices are chosen in order to support the features in the model. BACnet, even at this stage, proves itself valuable: it univocally identifies objects on the network and allows the interconnection between objects without special options in the physical layer affecting the communication. In this way, a device indicated in the model as possessing certain characteristics can be replaced, after having properly corrected the model, with one or more real devices that implement at least the same set of features.

While the building is still being built, the model can be used to contain all device-specific information, including links to manuals, access credentials for reprogramming, information on the interconnection of devices (not only those specifically belonging to the BMS, but also those belonging to the BMS's interfaces).

Once the building has been handed over to the owner, the BIM model will be the first instrument to help the facility managers, since it will contain all the information on the construction and also the entire knowledge related to operation and maintenance of the facilities, including the BMS .

Once again, BACnet is useful. The development of Extended BACnet / WS capabilities, featuring REST, JSON and OAuth2 technologies within BACnet enables the integration at the enterprise level. The BIM model contains the access point to information expressed through the web-service technology, which is generic and already used for the integration of an enormous number of applications on the Internet.

The possibility to get access to the information through BACnet web-service has, from the very beginning, aroused great interest in the BIM world. At first, interest was limited to the academic

world (several articles were written about the topic; see the bibliography for further details); later on, practical examples of integration (mainly in the areas of energy saving and as part of the maintenance management system) were proposed.

These 20 years of BACnet developments confirm that many efforts have been undertaken towards this direction, in order to enable an accurate description of the BMS system and its behavior since the design phase, and by providing the tools to verify and correct its design, implementation, and management.

Today, one can extract from the BIM model all the information regarding the building structure and air-conditioning systems, including location and definition of sensors and actuators, and send them to software modules. These modules acquire sensors' values via web-services, and put them in relation with the characteristics of the building; finally, they allow to supervise or modify the operating parameters of the devices on the field, again via web-service (with optimized consumption), or to run Frequency Domain Decomposition (FDD) algorithms.

What was simply an intuition in the 1970s is causing a real renaissance of the construction industry today, where BIM is an underlying concept, yet highly integrated with other areas, such as big data analysis, mobility and smart cities.

To conclude, at the foundations of this interesting topic just a single concept: interoperability. BIM and BACnet have common roots and their stories intertwine.

Salvatore Cataldi  
CEO, ESAC SRL  
Member of the BIG-EU Advisory Board and WG-T  
bacnet@esacsrl.com  
www.esacsrl.com

## **Bibliography**

The amount of information about BIM is enormous. Without pretending to be exhaustive, here are my suggestions for further reading:

1. Eastman, C., Teicholz, P. and Sacks, R. (2008), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Manager, Designers, Engineers, and Contractors*. USA, John Wiley & Sons, Inc.
2. Hardin B. and McCool D. (2015), *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflow*. USA Wiley.

3. Oti A. H., Kurul E., Cheung F., Tah J. (2015), *The Utilization of BMS in BIM for Facility Management*. School of the Built Environment, Oxford Brookes University Oxford, OX3 0BP.
4. Cinti Luciani S. Gargnani S., Mingucci R. (2012), *BIM Tools and Design Intent: Limitations and Opportunities*. Karen M. Kensek.
5. Rudder D., *Leveraging the Tail End of the BIM Lifecycle with APIs*. Autodesk University 2010.
6. Aristizabal E. (2015) #BIMisNOTrevit <https://thebimhub.com/2015/06/15/bimisnotrevit>
7. Dong B. O'Neill Z. Li Z. (2014), *A BIM-enabled information infrastructure for building energy. Fault Detection and Diagnostics*. Automation in construction, Elsevier.
8. gbXML Version 6.01 November 2015, *An industry supported schema for sharing building information between disparate building design software tools*.
9. ISO 16739:2013 *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*.
10. ISO 10303-11:2004, *The EXPRESS Language Reference Manual*.
11. Miller R., Strombom D., Iammarino M., Black B. (2009) *The Commercial Real Estate Revolution: Nine transforming Keys to Lowering Costs, Cutting Waste, and Driving Change in a Broken Industry* Wiley, 2009.
12. Laiserin J. (2002) *Comparing Pommés and Naranjas*, [www.laiserin.com](http://www.laiserin.com)

# BIM y BACnet: dos historias que se entrelazan

**Nuestro planeta se transforma constantemente y cada momento, en algún lugar del mundo, por casualidad o por necesidad, sucede algo que empuja al hombre a innovar, a desarrollar nuevas vías que cambian irremediabilmente el rumbo de la historia, modificando el futuro y estableciendo nuevas condiciones de una evolución casi nunca predecible. Esto también ocurre en el ámbito industrial y económico.**

La industria de la construcción hoy en día se enfrenta al enorme costo de las ineficiencias derivadas de la falta de integración entre la proyectación, la construcción y el mantenimiento de un edificio. Se estima que sólo en el año 2007, el costo de esta ineficiencia en los Estados Unidos de America fue de quinientos millones de dólares (véase el punto 11 de la Tabla 1). Esta vez, más por necesidad que por casualidad, la industria de la construcción ha tenido que buscar una manera de reducir dicha ineficiencia. De este modo se ha puesto de relieve un problema fundamental: la falta de un método que, mediante el intercambio constante de información entre los actores que contribuyen a la proyectación, la construcción y el mantenimiento de un edificio, permita a cada uno de tomar decisiones informadas en el momento adecuado.

La solución a este problema vino del mundo de la informática: si el problema está relacionado con el intercambio de información, en primer lugar podría ser útil una base de datos donde poner toda la información acerca del edificio, como la ubicación y las características de paredes y ventanas, los componentes del sistema eléctrico, de la calefacción, etc. A esta base de datos tendrán acceso todos los agentes interesados en leer, enriquecer o corregir las informaciones. Entre otras cosas, será útil dar a una computadora la tarea de realizar sencillas comprobaciones de coherencia de la información, de modo que las ventanas sean geoméricamente dentro los muros y no suspendidas en el espacio.

Este concepto fue formulado en los años 70's; lo comenzaron a llamar "BIM" en 1992, pero se hizo popular hasta el 2002. BIM es el acrónimo de "Building Information Modeling" y se trata de un concepto que ha alcanzado una escala que sus promotores originales nunca hubieran imaginado.

### **¿Qué es BIM?**

"BIM" revoluciona toda la industria de la construcción, permitiendo una reducción drástica de los gastos, siempre que ocurra un cambio radical en los procesos de proyectación, la construcción y el mantenimiento del edificio.

"BIM" posee la capacidad de construir un edificio en un entorno virtual, otorgando a cada actor, desde el propietario hasta el equipo de proyecto o el contratista la oportunidad, de aportar su experiencia y conocimiento en la construcción del mundo virtual, mucho menos costoso que en el mundo real. El edificio se convierte entonces en un modelo informático en un mundo virtual, todas sus partes es igual a lo que se construirá en la vida real, con la enorme ventaja de que puede ser estudiado, modificado y mejorado permanentemente a muy bajo costo.

Entonces se puede imaginar cómo las relaciones entre los actores cambian porque, de acuerdo con el método "BIM", la información debe fluir poniendo a todos en condiciones de tomar decisiones fundamentadas en el momento correcto, es decir, comprobar el funcionamiento en el mundo virtual antes de que sea evidente el error en el mundo real.

### **¿Qué se puede crear con un modelo BIM?**

Actualmente hay muchos programas que aplicandose a el modelo BIM lo enriquecen mediante la adición de información de diversos tipos y con los más variados fines, incluso disparates. Desde el software más básico para vista tridimensional, hasta el software para el estudio del flujo de las actividades de construcción que, a partir del modelo, desarrolla la secuencia de la adquisición del

material, el tiempo de instalación estimado, la estima y la planificación de las actividades de los trabajadores calificados, y la consistencia de los procedimientos de prueba.

Las aplicaciones del modelo son muchas, ya que puede incluir lo siguiente:

- el conjunto de las características de todas las partes que componen el edificio,
- las relaciones entre estos componentes,
- la línea cronológica en el que estas relaciones se desarrollan.

Es evidente que toda la información contenida en el modelo BIM puede llegar a incluir toda la información relacionada con el sistema BMS, aunque sólo sea porque éste sigue siendo una parte del edificio en sí.

### **Desarrollar el sistema BMS con BIM**

Los objetos y la información BMS se pueden introducir en el modelo incluyendo el diseño de los sistemas, aprovechando la experiencia y el conocimiento de los diseñadores de cada sistema. El modelo contendrá por ejemplo sensores de temperatura, detectores de movimiento, contactos magnéticos o incluso actuadores para la iluminación y para el control de las válvulas.

BACnet tiene una ventaja competitiva que lo sitúa a la vanguardia: permite modelar el sistema BMS a través de la elección de los dispositivos de acuerdo con perfiles estándar y en relación con las características de interoperabilidad que tienen que satisfacer. Eso posibilita el proyecto del sistema BMS sin necesidad de indicar los dispositivos reales específicos. El modelo será consistente y operativo con los dispositivos de perfil estándar deseado, siempre que apoyen los BIBBSs adecuados, y cumplan con las especificaciones adecuadas de tamaño en términos de E/S (entrada/salida), objetos software y todos los detalles que pueden ser útiles.

En la fase de la construcción de edificios con el método BIM, el BMS ya no es el último sistema de ser construido porque ya se ha construido al menos una vez en el edificio virtual, y por lo tanto ya no sufre de errores y correcciones hechas en la carrera durante la realización de los otros sistemas. Todos los problemas se han resuelto durante la construcción virtual con la integración de la experiencia del diseñador del sistema BMS y también del integrador y del contratista general. Pasando al mundo real se eligen los dispositivos reales que apoyarán las características del modelo. BACnet, incluso en esta etapa, demuestra tener puntos fuertes porque identifica de forma única los objetos en la red de dispositivos y permite la interconexión entre objetos sin que particulares elecciones en el estado físico influyan con la comunicación. De este modo, un dispositivo que se indica en el modelo con ciertas características puede ser reemplazado,

directamente en el mismo modelo, con uno o más dispositivos reales que implementen al menos el mismo conjunto de características.

Una vez que el edificio está construido el modelo podrá contener toda la información específica para cada dispositivo, incluyendo enlaces a los manuales, las credenciales de acceso para la reprogramación, la información sobre la interconexión de dispositivos, no sólo los que pertenecen específicamente a el BMS, sino también aquellos en los que esta interfazado.

Cuando el edificio se entregue al propietario, el modelo BIM del edificio será el primer instrumento para ayudar a los Facility Manager, ya que contendrá toda la información sobre la construcción y también todo el conocimiento relacionado con la operación y mantenimiento de las instalaciones, incluyendo el BMS.

Incluso en esta etapa BACnet es particularmente útil, el desarrollo de la tecnología web service con capacidades Extended BACnet / WS, que ofrecen tecnologías REST, JSON y OAuth2 permite la integración a nivel enterprise. El modelo BIM contiene los puntos de acceso a la información a través de esta tecnología, genérica y muy utilizada para la integración de diversas aplicaciones en internet.

El acceso a la información a través de BACnet web service, ha despertado un gran interés desde el principio en el mundo BIM, en primer lugar con la edición de artículos científicos (ver bibliografía), posteriormente con ejemplos prácticos de integración sobre todo en las áreas de estudio del comportamiento energético del edificio e inmediatamente después, como parte de los sistemas de gestión de mantenimiento.

Los 20 años de evolución de BACnet muestran que muchos de los esfuerzos están dirigidos en esta dirección: permitir una descripción precisa del sistema BMS y su comportamiento en la fase de diseño, proporcionando las herramientas para verificar el correcto diseño, implantación y gestión de la planta.

Hoy en día se puede extraer toda la información del modelo BIM con respecto a los sistemas de alojamiento y aire acondicionado, incluyendo la ubicación y definición de sensores y actuadores, y enviarlos a módulos de software. Estos módulos recogen los valores de los puntos de medidas a través de la tecnología web service, los ponen en relación con las características del edificio y las instalaciones y son capaces de supervisar o modificar los parámetros de funcionamiento de los dispositivos de campo, de nuevo a través de la tecnología web service, con el fin de optimizar consumo o aplicar algoritmos FDD.



Es evidente que lo que en los años 70's podía ser una intuición hoy está demostrando ser un verdadero renacimiento de la industria de la construcción, donde BIM es un concepto subyacente ya altamente integrado con otras áreas como el análisis de grandes volúmenes de datos, la movilidad o los servicios a los ciudadanos.

En la base de todo lo que hemos hablado hasta ahora es un concepto: la interoperabilidad. BIM y BACnet tienen raíces comunes e historias que se entrelazan.

Salvatore Cataldi  
Director, ESAC SRL  
Miembro del Consejo Asesor y del  
Grupo de Trabajo "Técnica" del BIG-EU  
bacnet@esacsrl.com  
www.esacsrl.com

## Bibliografía

La cantidad de información que reguarda a el sistema BIM, es enorme, entonces sin pretender de ser exhaustivo, aconsejo las siguientes lecturas a quien quiera aprofundir en el tema:

1. Eastman, C., Teicholz, P. and Sacks, R. (2008), *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Manager, Designers, Engineers, and Contractors*. USA, John Wiley & Sons, Inc.
2. Hardin B. and McCool D. (2015), *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflow*. USA Wiley.
3. Oti A. H., Kurul E., Cheung F., Tah J. (2015), *The Utilization of BMS in BIM for Facility Management*. School of the Built Environment, Oxford Brookes University Oxford, OX3 0BP.
4. Cinti Luciani S. Gargnani S., Mingucci R. (2012), *BIM Tools and Design Intent: Limitations and Opportunities*. Karen M. Kensek.
5. Rudder D., *Leveraging the Tail End of the BIM Lifecycle with APIs*. Autodesk University 2010.
6. Aristizabal E. (2015) #BIMisNOTrevit <https://thebimhub.com/2015/06/15/bimisnotrevit>
7. Dong B. O'Neill Z. Li Z. (2014), *A BIM-enabled information infrastructure for building energy. Fault Detection and Diagnostics*. Automation in construction, Elsevier.
8. gbXML Version 6.01 November 2015, *An industry supported schema for sharing building information between disparate building design software tools*.
9. ISO 16739:2013 *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*.
10. ISO 10303-11:2004, *The EXPRESS Language Reference Manual*.
11. Miller R., Strombom D., Iammarino M., Black B. (2009) *The Commercial Real Estate Revolution: Nine transforming Keys to Lowering Costs, Cutting Waste, and Driving Change in a Broken Industry* Wiley, 2009.
12. Laiserin J. (2002) *Comparing Pommés and Naranjas*, [www.laiserin.com](http://www.laiserin.com)