

EL BIM ANTE UN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DEMASIADO TRADICIONAL



- Taller de trabajo es una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica.
- Se caracteriza por la investigación, el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo que, en su aspecto externo, se distingue por el acopio (en forma sistematizada) de material especializado acorde con el tema tratado teniendo como fin la elaboración de un producto tangible.
- Un taller es también una sesión de entrenamiento. Se enfatiza en la solución de problemas, capacitación, y requiere la participación de los asistentes.

15 de febrero de 2019

[BIM en la construcción](#)

La mejor forma de comprobar cómo la transformación digital incide de manera directa en el negocio es recurrir a las tecnologías que hay a disposición del sector de la construcción y la ingeniería. A este respecto, los directivos consultados se decantan por apostar por tecnologías como el Enterprise Resource Planning (74%) y los modelos Building Information Modeling (BIM) en 3D y en 2D (79%). Ver informe Ernst & Young (en inglés)

El 98% de las empresas de construcción e ingeniería cree necesaria la transformación digital, pero muy pocas la están llevando a cabo. En plena revolución tecnológica, las empresas de todos los sectores luchan por digitalizarse y no perder competitividad en este nuevo escenario, pero hay un sector que aún no ha hecho del todo los deberes: el de la construcción y la ingeniería. Así lo evidencia el informe 'Global Construction & Engineering Survey', elaborado por EY tras encuestar a diversos ejecutivos que pertenecen a empresas que, en total, suman unos ingresos de más de 500.000 millones de dólares. Y a la vista de los datos, que pretendían analizar la manera en que este tipo de compañías están afrontando su digitalización, existe un problema cuya reacción debe ser urgente.

El informe muestra una realidad doble: los directivos de las compañías reconocen la importancia de la digitalización y la necesidad de subirse a ella, pero ese pensamiento no llega a traducirse en acciones concretas para acometer la transformación. Así pues, el 98% de los sondeados cree que las soluciones digitales serán fundamentales para la viabilidad futura de su compañía (el 40% considera que son críticas y el 58% afirma que es algo absolutamente



necesario). Además, el 63% de los entrevistados cree que la innovación digital es clave para transformar los negocios.

Sin embargo, a la hora de la verdad, solo el 28% de los encuestados asegura que su empresa tiene una estrategia y una agenda digitales, mientras que el 56% dice estar diseñando dicha estrategia y el 16% restante ni siquiera cree que esta sea necesaria. En cuanto al abastecimiento financiero para dicha transformación, el 67% confiesa que su empresa destina menos del 1% de su facturación a la digitalización.

¿Contratar fuera o formar a los empleados?

¿A qué se debe la disonancia entre la creencia de que la digitalización es necesaria y la ausencia de medidas concretas para caminar en esa dirección? El informe señala varias claves, entre las que cabe destacar principalmente dos: por un lado, la creencia de que la tecnología no es efectiva en el entorno de la construcción; por otro (y quizá como consecuencia de lo anterior), existe una falta de personal capacitado para revisar, implementar y operar las tecnologías digitales.

Ante este dilema, en caso de que se decidan a dar el paso definitivo y acometer una transformación digital que evite su pérdida de competencia, las compañías de construcción e ingeniería global pueden optar por tres opciones a la hora de contar con personal cualificado en el ámbito digital:

Contratar nuevos perfiles. La opción señalada por el 54% de los encuestados. Si en la compañía no hay profesionales con las suficientes destrezas como para comandar la transformación digital, la solución pasa por salir al mercado y contratar a un nuevo directivo, que contará con recursos, formación y dedicación exclusiva a lo digital.

Formar a los actuales empleados. El 46% de los ejecutivos consultados opta por la segunda vía, la de 'reciclar' a los profesionales que ya están dentro de la compañía y cuya transición debería ser menos lenta. Incluso aunque se contratase a alguien de fuera, al final una tarea tan voluminosa como la de la transformación digital siempre necesitará que, por debajo del perfil directivo digital, haya otros empleados de perfil intermedio que hayan sido sometidos a un proceso de formación para pasar a formar parte del equipo que comande dicha área.

Colaboración externa. Existe una tercera vía que no excluye las dos anteriores, sino que puede ser complementaria: contratar a una empresa externa que esté especializada en este tipo de procesos. De este modo, asociarse con otra compañía permite una rápida implementación de tecnologías clave sin tener que afrontar un ciclo de aprendizaje que en ocasiones puede resultar lento o complicado.



La mejor forma de comprobar cómo la transformación digital incide de manera directa en el negocio es recurrir a las tecnologías que hay a disposición del sector de la construcción y la ingeniería. A este respecto, los directivos consultados se decantan por apostar por tecnologías como el Enterprise Resource Planning (74%) y los modelos Building Information Modeling (BIM) en 3D y en 2D (79%).

Las soluciones 'cloud', el BIM, los drones, Analytics y la tecnología portátil son las cinco tecnologías más comunes que los sondeos están utilizando y donde sienten que pueden aportar el mayor valor para su estrategia de crecimiento y rentabilidad. Los modelos BIM, además, tienen la capacidad de incorporar datos de muchas y nuevas tecnologías para ofrecer la mejor imagen de un proyecto, aunque no están optimizando su uso.




**How are engineering
and construction
companies adapting
digital to their
businesses?**



EY

Building a better
working world



Digital is undoubtedly a hot topic capturing the attention of all stakeholders of engineering and construction (E&C) companies around the world – from the front lines at physical locations, to the C-suite, the board, the suppliers and the customers interacting with the space. In Q4 2017, EY took on two significant initiatives to assess and benchmark how leading C&E companies see the impact of technology in C&E. One was a series of in-person interviews and workshops with more than 80 top players in the industry, which is detailed in the complimentary six-part series that can be found [here](#); the interviews focused on those companies that are well-established in their digital strategy and understanding how they are putting innovation into action. The second initiative, running parallel to the series, was EY Global Construction & Engineering Survey, which helps to study where the industry stands today and also to gauge how the majority views the potential impact of technology in the future. We felt it was important to take a two-pronged approach, to go beyond the usual surveys and allow for free-flowing conversation and ideation. Here, we present the survey findings and relevant market trends.

About the survey

We surveyed numerous companies along the E&C value chain – general contractors (GCs), infrastructure, building materials, EPC/EPCI (engineering, procurement, construction and installation), designers, homebuilders and developers. Some demographics:

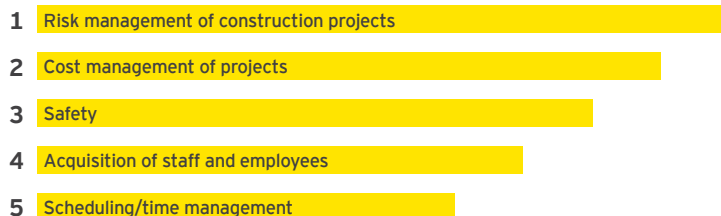
- ▶ Combined revenues total more than US\$500 billion, with varying company sizes represented:
 - ▶ 23% – less than US\$500 million
 - ▶ 23% – US\$500 million to US\$1 billion
 - ▶ 30% – US\$2 billion to US\$5 billion
 - ▶ 12% – US\$6 billion to US\$10 billion
 - ▶ 12% – more than US\$10 billion
- ▶ Headquartered mostly in Europe, North America and Asia-Pacific
 - ▶ 45% operate in more than six countries
 - ▶ 23% in three to six countries
 - ▶ 32% in less than three

Digital is specific to the objectives of each company.

The survey focused on the following key areas: **digital strategy and readiness; digital transformation; innovation; digital tools and systems; and cybersecurity.**

With only 25% of respondents reporting a clear strategy and agenda in place and less than 10% confident in how far along they are on the digital readiness spectrum, the findings highlight a clear need in the industry for an immediate call to action. Like any company strategy, digital is specific to the objectives of each company. Unsurprisingly, the survey results reflect the variations in perceptions of what digital means to the future of the industry as a whole, as well as to the companies themselves. While many things are rapidly changing, what industry players promise to clients will likely remain the same – they must deliver projects on time, on budget, safely and at agreed-upon quality.

We asked respondents what issues are keeping them up at night. The top five look similar to what they always have been and tie directly to deliverables:



Source: EY

While technology isn't keeping them up at night, it certainly provides opportunities to manage these issues efficiently and effectively when implemented as part of an overall digital strategy. In this publication, we will further explore how companies believe digitalization could assist them in achieving their strategic objectives.

We would like to thank the hundreds of executives who took the time to complete the survey, to sit through interviews, and to help push the boundaries of what's possible in workshops. Many of your comments and ideas have helped challenge my own views and push me to think of our industry through a different lens. Your willingness to share your strategies (or lack thereof), thoughts and ideas have helped us better understand what's important to you and also how we can help others regardless of where they fall along the digital readiness spectrum. In return, we share the results from your peers and thoughts from academic collaborators, as well as some research on cutting-edge trends and new entrants in the market.

In the words of Leo Quinn, CEO of Balfour Beatty, construction is "the best industry on the planet because it's an industry that bends skylines and empowers communities." I couldn't agree more.

Sincerely,

Ad Buisman

*EY Global Construction Leader Partner,
Real Estate, Hospitality & Construction,
Ernst & Young Accountants LLP*



Digital survey results

Digital strategy and readiness

While technology can certainly assist you in hitting your targets by helping organize processes, integrate systems, allow for better communication, identify efficiencies, boost productivity, cut costs and more, it's not as simple as adopting a basket of one-off technologies and then the problem is solved. To go from current state to totally transformed (no one is there yet), many factors will come into play but, without question, you cannot get there without a well-planned strategy. Of the companies surveyed, 28% of respondents have a digital strategy and agenda in place, while 56% are in the process of designing their strategy and 16% don't believe a strategy is necessary at all.

For those with a plan in place, here are the top five elements clearly enacted in their strategy:

- 1 Organizational structure, tools and processes for collaboration, communication between employees, company culture and workspace design
- 2 A clear vision that brings the company to the next performance level
- 3 A strong purpose that is open for digital innovation and change
- 4 Capabilities enabling the company with adequate technical skills and assets, and the appropriate development model
- 5 New digital product, service and solution innovation

Source: EY

The efficacy of these elements is directly tied to a strong transformational leader who is tasked with all of the above and, most importantly, with creating a strong culture of change.

Although approximately 25% of respondents have a digital strategy and agenda in place, only 9% felt that they fall on the high end of the digital readiness scale, with 63% in the middle and 28% on the lower end. This shows that even for those with a strategy and agenda in place, there is still work to do before they feel truly equipped for a digital future. In reality, there is no end to learning and preparation; all digital strategies must have flexibility incorporated into the design to help ensure their ability to adapt to a rapidly changing future. Essentially there is no "there" to get to – the target continues to move.

While there are differences in opinion as to whether a strategy is necessary, 98% of respondents agree that digital solutions will be critical to the future viability of their company, with 40% feeling that they are somewhat critical and 58% stating that digital solutions are absolutely necessary (only 2% seeing no significant need).

While the vast majority see digital solutions as a necessary part of their overall strategic plans, with some form of a strategy and plan in place, their focus was more on the direct impact transformation will have within their own company and less on the threat posed by competition: 11% felt that competitors further along the digital readiness spectrum posed no additional threat to their business, while 63% felt there would be some impact and only 26% felt the need to take action immediately to combat a potentially significant impact to their business.

Why is a strategy so important? To gain a competitive advantage, companies need to build digital into all aspects of their strategic approach. Key questions are: "Is your purpose fit for the digital age?"; "Where to play?"; and "How to win?" Strategic initiatives are prototyped as an engine for your digital transformation. Without having a plan in place, how can you excel and become the disrupter rather than the one who gets disrupted?

Ninety-eight percent of respondents agree that digital solutions will be critical to the future viability of their company.

The power in data

A lot of money and time can be wasted on technology, especially in the form of improper use or underutilization of the tools themselves. An argument can be made that digital tools are just that – tools – and tools don't need strategies. But what often makes them so powerful is the data that they produce and transmit back. Whether from a drone surveying a site, wearables to help monitor safety, RFID chips on equipment or back-office software, you need to understand how to collect, tag, store and use this data or it means very little in the long run. The power in data is the ability to analyze each stream in a meaningful way in relation to all the other available data streams, in order to come to actionable conclusions.

Digital transformation

The heart of transformation is the biggest challenge for most people – change. As a leader, change and transformation must first take place within. We had a unique opportunity to sit with Jim Lawless, author of *Taming Tigers*, who has defied many odds on his own transformational journey. His thoughts:

“It’s not even transforming to lead by example. It is the level of personal transformation required to do new stuff in order to lead. That is where it goes wrong. E.g., we all have full diaries. Yet to lead transformation requires tasks to be done. These must go into the schedule. But the schedule is full with ‘real’ stuff that keeps the boss happy and (we think) ‘pays the bills.’ Judiciously removing ‘real’ stuff is a massive personal transformation. It is very scary – as we believe it is keeping our position and mortgage safe. However, avoiding this task means that we will not progress.

This is not done to “lead by example” (although it does). It is done to make time to lead, which is a time-intensive activity.

If we want a different result, we need different actions driven by different decisions. That includes the leader.

Digital transformation poses an even greater perceived threat for a few reasons:

1. Technology is always changing – knowing where to start is not obvious, and the learning process never ends.
2. For most people, implementing/using technology requires learning a new set of skills, and the learning curve can be steep.
3. Embracing and implementing technology does not guarantee future success; in fact, most tech professionals and innovators will recommend the “fail fast” model – fail fast, learn, move on.
4. There are no right answers – just educated bets based on calculated risk and perceived rewards.

Once a transformational leader succeeds at creating a culture of change, the next step is to train or hire the right talent to execute the strategy. In an industry that has seen very little change over the past century – many are still paper-driven organizations – it is no wonder that identifying key hires to drive digital transformation can be challenging. We are seeing more leaders from outside of the sector – technology – being brought in to tackle the nuances of digital transformation.

The heart of transformation is the biggest challenge for most people – change.

Of the top five general challenges identified, talent and resistance to change (internal and customer buy-in) take four spots:

- 1 Lack of integration between systems
- 2 Lack of trained staff to review, implement and operate digital technologies
- 3 Difficulties obtaining buy in and adoption around technologies
- 4 Mentality of technology not being effective in construction environment
- 5 Clients unwillingness to pay for system implementation or pay associated costs

Source: EY

While talent is one of the greatest challenges, respondents are still putting people in place to tackle the issues that digital and disruption pose to the industry – 58% have someone designated in the role of digital transformation officer to focus at least a portion of their time on digital solutions. And 44% of respondents have gone beyond designating one person and have expanded resources, allocating additional time, money and talent focused exclusively on digital.

The biggest hurdles hindering their specific transformation effort are all still tied to either buy-in or talent.

Regardless of investment, the biggest hurdles hindering their specific transformation effort are all still tied to either buy-in or talent:

- 1 Appropriate skills/capabilities
- 2 Resources
- 3 Commitment and sponsorship
- 4 Funding
- 5 Attractiveness of the industry to attract right talent

Source: EY

There are a few ways to fill the gap in talent – buy, build or collaborate. All three can be beneficial strategies to consider when mapping out your digital capabilities and filling gaps where you have need. Our respondents were virtually split down the middle between growing the necessary skills through in-house methods (46%) and acquiring or partnering (54%). Each approach has clear benefits and challenges. Acquiring or partnering allows for rapid uptake of key technologies without having to tackle a steep learning curve; building within allows you to know the work style, ethic and values of key players driving your strategy. Notably, key challenges are that in-house growth can take too much time and there is no guarantee that the necessary skills will be obtained; partnering or acquiring can be challenging because of differing company cultures, values and work styles – often, mergers and acquisitions fail because of culture shock.

Why is a full transformation recommended? A full digital transformation is not right for every company. As many of our clients experience, the success of a planned transformation is dynamic and has many moving parts. With a well-planned strategy and an honest assessment of your digital readiness, the areas of critical importance should become apparent. Often, in the beginning stages, the resources needed are nominal, and assessment of critical flaws along value-chain activities can be identified using a small team. As you begin to build the business case for transformation, map out the necessary framework for technology adoption and continue to build out your team, implementing technology becomes more resource-intensive. The benefits of investment can be realized as you move toward a full transformation – where systems are connected seamlessly, necessary information is available to all of your stakeholders, and time is freed up to make decisions critical to future success.

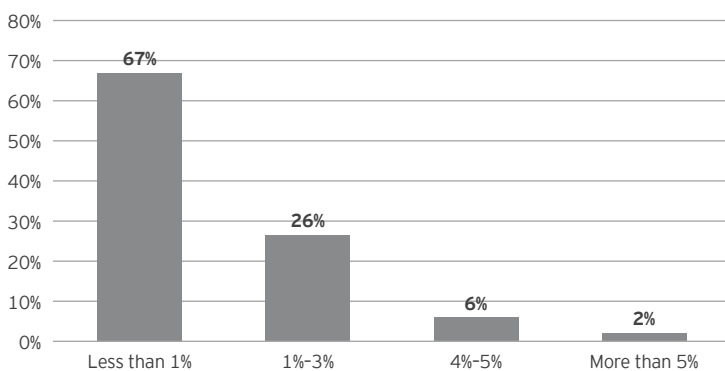


Innovation

Engineering and construction companies hardly come to mind when you talk about innovation, and, at first glance, our survey results corroborate that story line. While the majority (63%) of survey respondents feel that digital innovation is very likely to be transformative to their business, 67% of respondents are spending less than 1% on research and development in digital as a percentage of turnover. To put this into perspective, of the 2,500 leading companies worldwide, the average investment spend on R&D is 3.8%; the top 10 sectors spend about 6% on R&D.

That is, however, not the full story – many R&D efforts are project-driven and not accounted for as such. Also, while there may not be much investment within the sector, what's happening behind the scenes from outside the sector is worth looking into a bit deeper. A construction startup recently secured US\$865 million in funding and, while not common, it speaks to how the market views the industry – ripe for disruption. The investment fund backing this startup is also responsible for other remarkable investments around the globe in the mobility space, as well as real estate – in office coworking space – and many other tech-driven business models. Like it or not, digital is the future of all industries, including C&E.

How much do you spend on R&D in digital as a percentage of turnover?

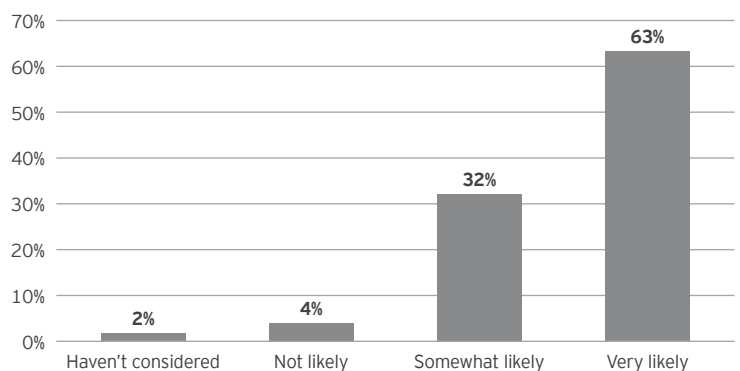


Source: EY

It's possible that innovation is slow within the sector, given the current feeling around technology and competitive advantage. Only 9% of survey respondents felt that the winners in this industry in the digital age would be the innovators – those first companies to adopt an innovation – while 60% felt that it would be the early adopters that would find the optimal competitive advantage.

While the C&E industry watches and waits, the tech industry will continue to make power moves. Notable tech companies watching and investing in businesses sure to impact C&E are Amazon, Google, Facebook and Elon Musk's The Boring Company, among others. For example, take Sidewalk Labs, a subsidiary of Google, which is working on a complete urban development project in Toronto. Along with other technologies, it is looking to modular and prefab to offer efficient and cost-effective options for its smart neighborhood concept and is reportedly in talks with a number of companies to build 10,000 units. While modular and prefab methods have been around for decades, recently we are seeing a renewed interest in them for both cost-efficiency and sustainability. For more on modular construction and what leaders in C&E are doing today, see our series "Transformation in C&E: *Modular Construction*."

How likely is it that digital innovation will be transformative to your business?



Source: EY

Sixty-seven percent of respondents are spending less than 1% on R&D in digital as a percentage of turnover.

Why should you be focusing on innovation?

While technology often has a shorter life cycle than traditional businesses, recent data from Dr. Andrea Chegut of MIT's Real Estate Innovation Lab (see figure below) shows the innovation life cycle of technology is about 25 years – not exactly too short to be worth it. Looking further at the impact of innovation on companies from all sectors, those willing to invest and be first to market often find themselves with a competitive advantage that is hard for others to replicate. What do most successful innovators do well? They don't stop innovating and are always looking at ways to disrupt themselves.

What do most successful innovators do well? They don't stop innovating and are always looking at ways to disrupt themselves.

A case study on innovation cycles

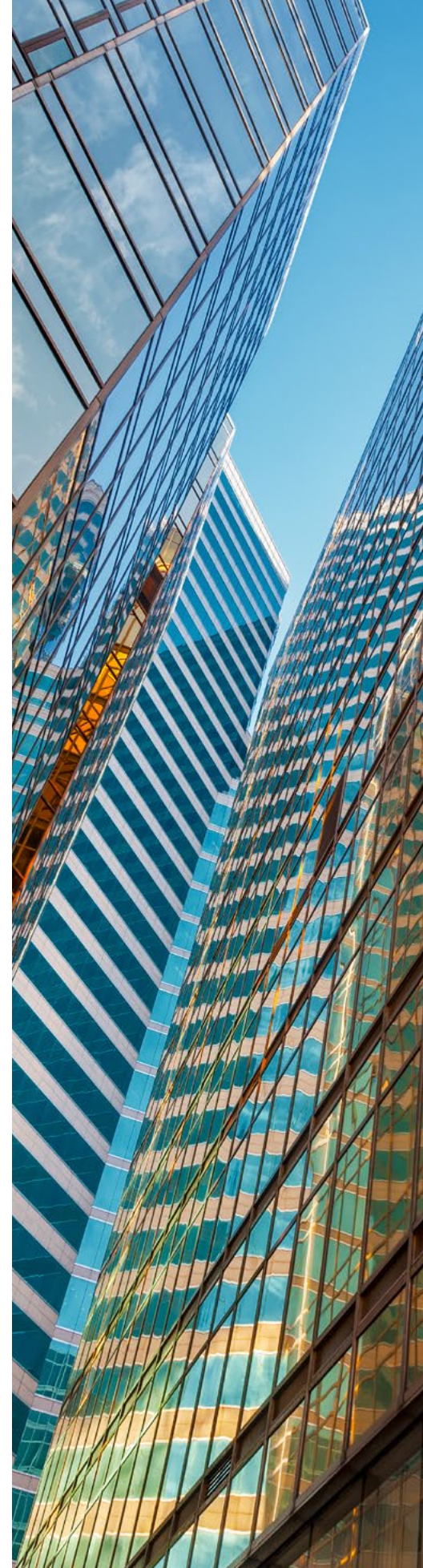
Technology, stages and life cycle of technology

Technologies	Average duration	Life cycle
186 new technologies	Innovation trigger 3 years	25 year cycle
4 min 20 max	Peak of inflated expectations 2 years	10-20 new per year
10-20 new per year	Trough of disillusionment 3 years	
	Innovation trigger 2 years	
	Innovation trigger 5 years	

Source: The Real Estate Innovation Lab

There are two significant ways that not focusing on innovation can leave you at a competitive disadvantage.

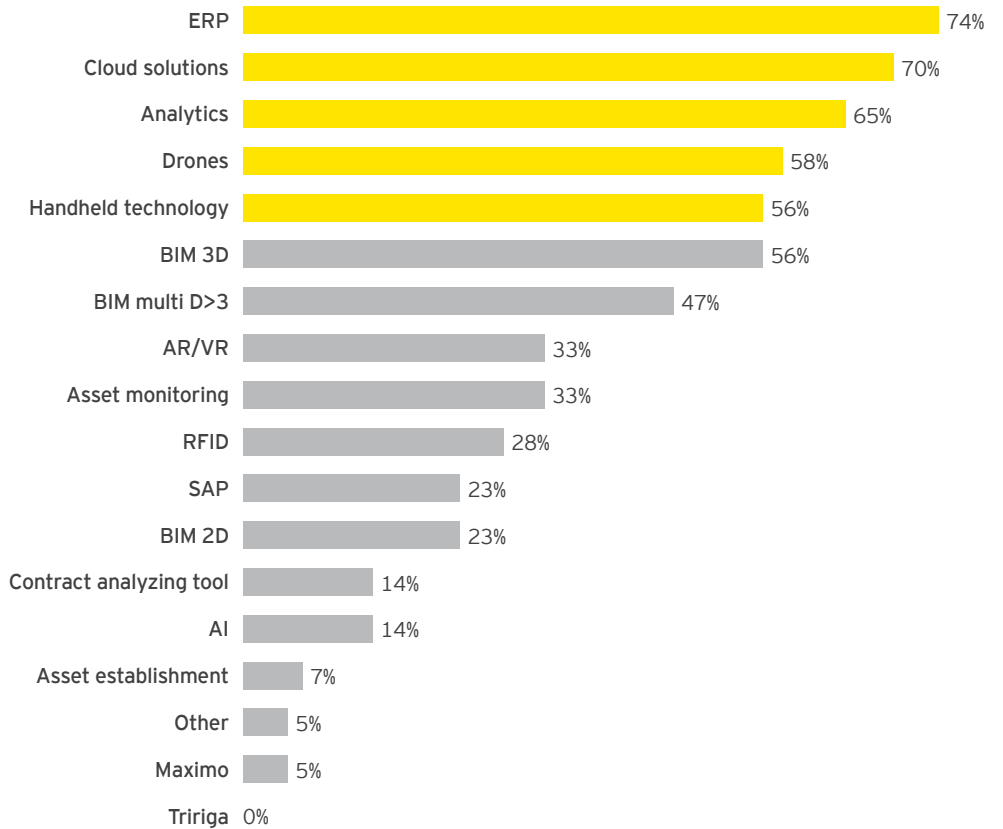
1. You will not see the competition coming until it's too late, leaving you to play catch-up in investment in human capital and also specific technologies just to stay relevant.
2. You miss the unique opportunities available in the C&E sector that still exist today given the slower uptake of technology. While you still are focusing on business models of the past, your competition will be taking advantage of new business models coming available that may render yours obsolete.





Digital tools and systems

Our survey revealed the following:

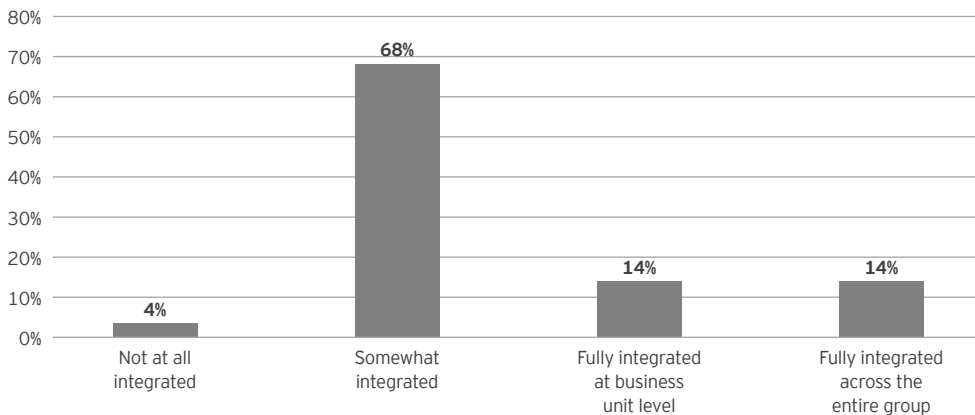


Source: EY

ERP systems (74%) and building information modeling (BIM) 3D and BIM 2D (jointly 79%) are at the top of the league table. This perhaps is not surprising for an industry that has always been said to have a lack of quality data. The industry has a complex process that it has to go through to build a building. It needs access to either 2D or 3D data or both, financial data, corporate data, documents, schedule elements, weather – all this has to be linked, but it seldom is.

Systems integration is therefore key to optimizing available data and setting proper analytics. Having a number of disparate systems often leads to inefficiency through multiple factors – duplication, decision-making based on fragmented and stale information, reduced ability to see the big picture, confusion and chaos due to weak communication channels, and more. Conversely, connectivity and interoperability of systems allow for streamlined processes, often flowing through one communication channel and back to multiple stakeholders to allow for real-time information sharing and producing actionable information for decision-making. Unfortunately, many in C&E are not there yet – only 14% of respondents say that their back-end systems are fully integrated, with 68% of respondents working toward full integration but being only somewhat integrated today. In terms of all areas where C&E companies struggle – time, budget, safety and productivity – the picture becomes clearer as to why; most C&E companies are highly inefficient today.

How integrated are your back-end systems?



Source: EY

Systems integration is key to optimizing available data and setting proper analytics.

While most are not optimized when it comes to systems integration, those working toward getting there are finding some efficiencies in available tools in the market – whether it be more seasoned technology like BIM, which has been around for decades, or newer tools like augmented reality (AR) and virtual reality (VR). Cloud solutions, BIM, drones, analytics and handheld technology were the top five most common digital or digitally enhanced technologies and products respondents are using that they feel may add the most value to their growth and profitability strategy. Interestingly, BIM models have the ability to take in data from many new technologies to offer the best picture of a project, but few are optimizing their usage of BIM and realizing the power of combining BIM with synergistic technologies. For more information on the power of BIM and how industry leaders are using this technology to lead in the market, see *Transforming Engineering and Construction: BIM*.

Why should you start integrating your systems immediately?

Many in the industry are investing in tools and systems to optimize their business and reap the benefits of technology. C&E is a historically low-margin business, and there are material financial and nonfinancial implications to delivering projects late, workers getting injured, errors in materials ordering, clerical errors, wastage and more, but this is not a necessary part of doing business. In fact, according to metrics from an approach being developed and deployed by Ernst & Young LLP partner Mark Gibson, through systems integration and using robotic process automation, in the area of payment processing we are seeing facilities and construction-related invoice processing accuracy jumping from industry lows of around 30% to up to 99.5% and reducing processing time from an average of 60 days to 7. Is it possible to see the day when C&E is a remarkably higher-margin business? Our research says yes, but it takes work and investment to get there.

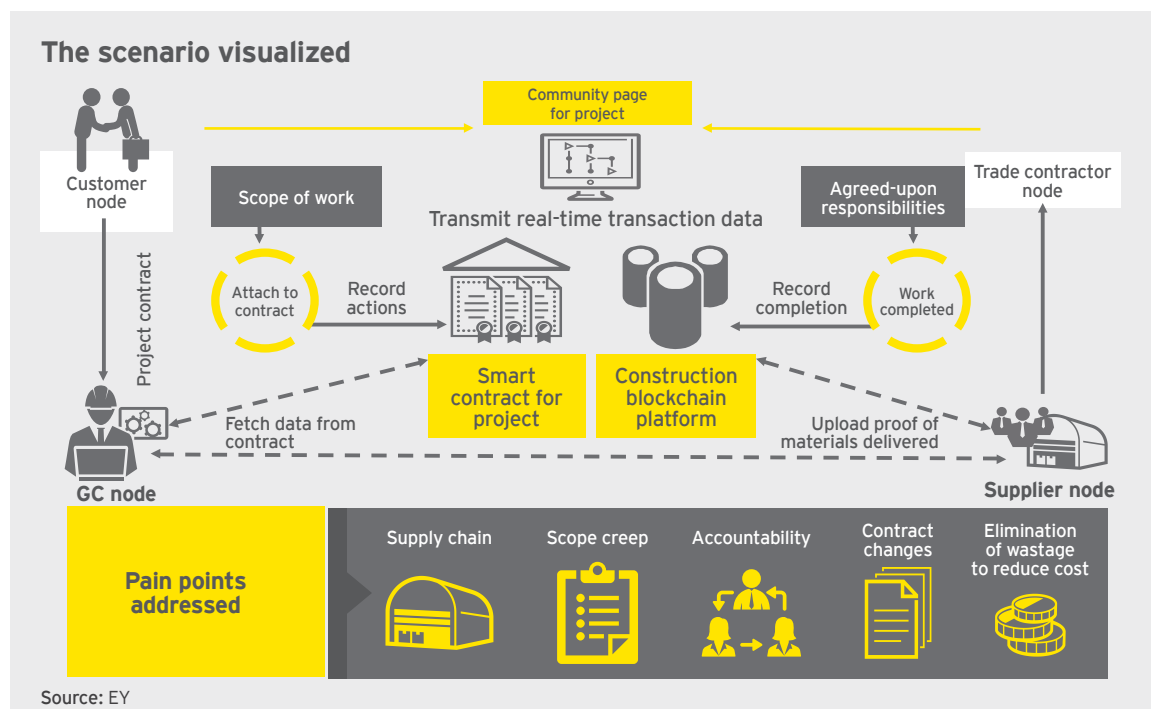


Blockchain – spotlight on the future

In a very complex industry like the construction industry, integration among the various parties in the chain – often called supply chain management – is a crucial element in achieving efficiency, effectiveness and reliability. Distributed ledger technology, blockchain, could potentially handle all contractual relationships using concepts like smart contracts and electronic verification, authentication, authorization and certification – all features not yet offered by BIM.

It seems very promising if blockchain and BIM could work in tandem.

Here, we see a basic diagram of flow between parties:



This is a simplified version – we would need to add multiple contracts, designs, drawings, modeling, architects, engineers, other subcontractors, etc. – but the number of nodes can be expanded to suit the supply chain. Some key advantages of blockchain in construction:

1. Once agreed upon, you cannot go back and amend; rather, you append, and therefore nothing gets lost.
2. A new level of accountability is applied to the project for all parties, including the customer.
3. When working globally, as many large construction companies often do, the buying power of the company is not managed efficiently because of multiple contracts in varying locations. With the blockchain, companies can negotiate from one central place, taking advantage of economies of scale.
4. Changes to scope can be agreed upon by all parties and recorded remotely in one place.
5. The blockchain is hack-resistant in that all parties (nodes) would need to be hacked in order to make a permanent change, and the window of time to hack a node is just minutes.

While we are still exploring and proving use cases, it seems very promising, especially if blockchain and BIM could work in tandem. It is therefore likely that, while blockchain was not mentioned among the top digital solutions companies are considering today, it could be part of basic construction supply chains in the near future.

Cybersecurity – managing risk you can't see

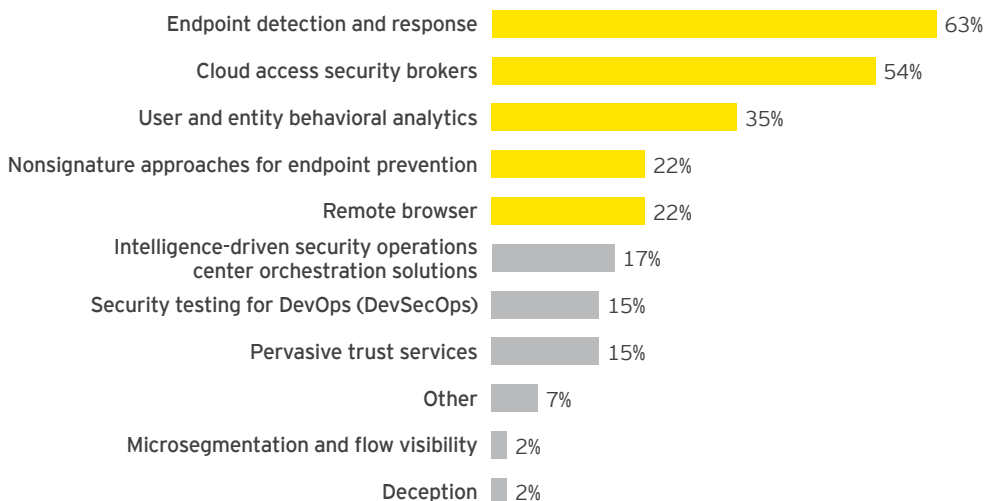
Cybersecurity is a topic that continues to make front-page news, with new threats constantly on the horizon and hackers becoming more brazen and savvy as time goes on. Because of this, cyber is an area that will continue to be important regardless of how advanced or behind you are on the digital readiness spectrum. Some might argue that technology makes you more vulnerable to attacks, but in reality, it is the older systems and software that are the easiest to compromise. According to the 2017 SonicWall annual threat report, ransomware attacks – those that take over a system and do not return it until a ransom is paid – most frequently hit mechanical and industrial engineering (15%) and real estate companies (12%), with mechanical and industrial engineering taking first and real estate taking third out of the three top spots. With ransomware attacks growing from 3.8 million in 2015 to 638 million in 2016, it's clear that you cannot ignore the issue. Today's question is not if you are being hacked, but how and when.

Ransomware is only one of many cyber threats necessary to understand, given that depending on the type of breach, your infected system can in turn infect the systems of your valued clients. While direct monetary damages related to a breach are commonly reported, it is much harder to quantify indirect losses, such as damages to your brand reputation, loss of client confidence, employee confidence and other stakeholder damages.

Engineering and construction companies that also operate and manage infrastructure assets are particularly vulnerable to hacking, as all these assets are connected with the internet.

Our survey respondents had many different ways of approaching the cybersecurity problem, with endpoint detection and response being the first line of defense, followed by cloud access security brokers, and user and entity behavioral analytics. No matter what you choose to protect your business, you must revisit your cybersecurity strategy often and conduct tests regularly – the average time a hacker spends in a system once it is breached is more than 3 months, ranging from 50-plus days on the low end and over a year on the high end. Imagine how much can be learned about your business in even 50 days. And ... accepting that ultimately you will be hacked, a backup and recovery plan is as important as any preventive measure. A solid cybersecurity strategy is a must.

What cybersecurity technologies do you use to protect yourself against cybercrime?



Source: EY



Tying it all together

As with any company strategy, cookie-cutter solutions cannot be applied. The unique nature of each company – the ability to interact directly with stakeholders, the size of the operation, global vs. regional, and current digital readiness, among other things – will ultimately drive short-term goals and help shape long-term future planning. Innovators in the sector already have a competitive advantage, having learned how to manage the change associated with our new technology-focused reality and truly becoming agile organizations. While “watch and wait” has been a sector strategy of the recent past, this is no longer possible – disrupt yourself or be disrupted. Create your own story and drive your company into the digital future on your own terms. To begin:

Is your corporate strategy fit for a digital world?



At EY, we have several tools to help you assess your digital readiness, including our Digital Maturity Check – to get a quick understanding of your organization’s digital maturity – and our more detailed Digital Readiness Assessment – an online, interactive assessment and comparison tool that helps you to benchmark digital maturity across seven focus areas:

- ▶ Strategy, innovation and growth
- ▶ Customer experience
- ▶ Supply chain and operations
- ▶ Technology
- ▶ Risk and cybersecurity
- ▶ Finance, legal and tax
- ▶ People and organization

Rather than finding excuses not to take action, we have highlighted many reasons why you must. Digital can be overwhelming but, to simplify, digital solutions take often-arduous, disconnected, opaque processes and create efficiency and clarity to free up time to focus on value-added activities. This is time to better understand your key stakeholders and deliver excellence.

Contacts

Mark Grinis

*EY Global Real Estate,
Hospitality & Construction
Sector Leader*
Ernst & Young LLP
mark.grinis@ey.com

Ad Buisman

*EY Global Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young Accountants LLP
ad.buisman@nl.ey.com

Erin Roberts

*EY Americas Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young LLP
erin.roberts@ey.com

Viktor Andrade

*Brazil Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young Assessoria Empresarial Ltda.
viktor.andrade@br.ey.com

Linda Shen

*China Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young Hua Ming LLP
linda.shen@cn.ey.com

Paul Gerber

*France Engineering and
Construction Co-leader*
Ernst & Young et Associes
paul.gerber@fr.ey.com

Sylvain Perdriau

*France Engineering and
Construction Co-leader*
Ernst & Young et Associes
sylvain.perdriau@fr.ey.com

Satoshi Abe

*Japan Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young ShinNihon LLC
satoshi.abe@jp.ey.com

Han Shin Nae

*Korea Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young Advisory, Inc.
hanshin.nae@kr.ey.com

Bert Bardoel

*EY Oceania Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young
bert.bardoel@au.ey.com

Jonas Svensson

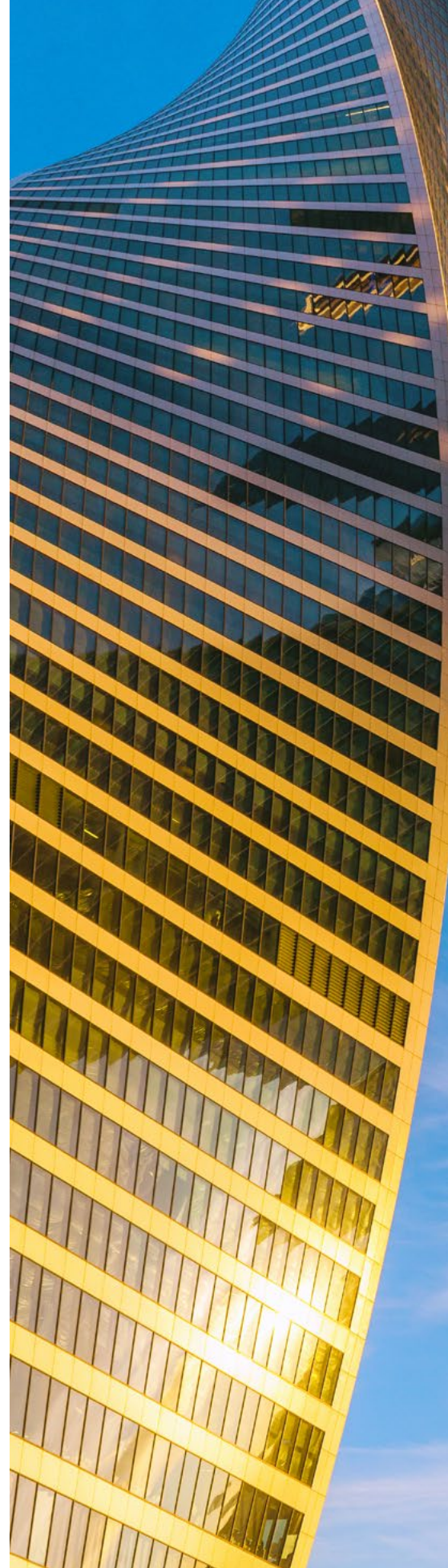
*EY Nordics Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young AB
jonas.svensson@se.ey.com

Francisco Fernandez Romero

*Spain Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young, S.L.
francisco.fernandezromero@es.ey.com

Adrian Mulea

*EY UK & Ireland Engineering and
Construction Leader*
Ernst & Young LLP
amulea@uk.ey.com



About EY

EY is a global leader in assurance, tax, transaction and advisory services. The insights and quality services we deliver help build trust and confidence in the capital markets and in economies the world over. We develop outstanding leaders who team to deliver on our promises to all of our stakeholders. In so doing, we play a critical role in building a better working world for our people, for our clients and for our communities.

EY refers to the global organization, and may refer to one or more, of the member firms of Ernst & Young Global Limited, each of which is a separate legal entity. Ernst & Young Global Limited, a UK company limited by guarantee, does not provide services to clients. For more information about our organization, please visit ey.com.

© 2018 EYGM Limited.
All Rights Reserved.

EYG No. 03776-184GBL
CSG No. 1804-2654223
ED None

This material has been prepared for general informational purposes only and is not intended to be relied upon as accounting, tax, or other professional advice. Please refer to your advisors for specific advice.

ey.com/rhc



CURSO/GUÍA PRÁCTICA DEL **BIM**





Índice

¿QUÉ APRENDERÁ?	17
PARTE PRIMERA	18
¿Qué es el BIM?	18
Capítulo 1. BIM (modelado de información de construcción).	18
1. ¿Qué significa BIM? 'Building Information Modelling' (modelado de información de la edificación).	18
> Las herramientas BIM no son programas de dibujo, sino bases de datos que utilizan objetos inteligentes para la asociación de información que permite la representación selectiva de sus características geométricas, funcionales, técnicas, económicas, prestacionales, etc. En definitiva, es una tecnología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de un edificio, industria, infraestructura con el objeto de fomentar su uso en todo su ciclo de vida.	19
> 19	
> Supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad. Es el nivel más avanzado por el momento. En este nivel aparte de incluir el modelo 3D, se incluirán el control de planificación (4D), el control de costes (5D), la sostenibilidad (6D), el mantenimiento (7D) y la seguridad (8D).	19
2. Antecedentes al diseño en 3D. Las primeras herramientas de dibujo digitalizadas.	21
3. Evolución del CAD al BIM.	23
4. Programas informáticos de BIM más relevantes.	26
3. Ventajas del BIM.	30
TALLER DE TABAJO	32
¿Quiénes necesitan el BIM y qué ventajas les aporta?	32
1. Constructoras	33
2. Promotoras inmobiliarias.	33
3. Estudios de arquitectura e ingeniería	33
4. Operadores en el proceso de construcción.	34
TALLER DE TABAJO	35
El BIM no se habría desarrollado sin las herramientas CAD.	35
1. Antecedentes históricos del BIM.	35
2. La parametrización.	42
3. Los procesos que BIM puede alcanzar. BIM en la actualidad.	42
4. Ventajas del BIM	43
TALLER DE TRABAJO	45
Building Information Modeling (BIM). La visualización 3D y parámetros de propiedades estructurales, topográficas, mecánicas, eléctricas, químicas, etc.	45
TALLER DE TRABAJO	47
Ventajas del BIM a nivel topográfico mediante la herramienta de escaneos tridimensionales.	47
El láser escáner	48
TALLER DE TRABAJO	50



Cuantificación de parámetros no formales de un edificio.	50
TALLER DE TRABAJO	51
¿Qué es el Building Information Modeling (BIM)? Una simulación inteligente de Arquitectura.	51
1. Building Information Modeling (BIM).	51
2. Modelo paramétrico.	52
3. Diagrama BIM o ciclo de vida del proyecto de construcción.	53
4. Interoperabilidad o intercambio de información en BIM.	53
5. Buildability and Constructability.	54
6. Diseño colaborativo e integración de proyectos (IPD).	54
7. Ventajas del BIM en la arquitectura, la ingeniería y la construcción.	55
TALLER DE TRABAJO	58
Terminología básica del BIM.	58
1. 4D, 5D, 6D	58
2. Asset Information Model (AIM), Building Information Model (BIM), Project Information Model (PIM)	58
3. BIM execution plan (BEP)	58
4. Protocolo CIC BIM	59
5. Clash rendition	59
6. Common Data Environment (CDE). Entorno de datos común (CDE).	59
7. Construction Operations Building Information Exchange (COBie). Operaciones de construcción.	59
8. Data drop.	60
9. Data Exchange Specification. Intercambio de datos.	60
10. Federated model.	60
11. Industry Foundation Class (IFC)	60
12. Información Manual de Entrega (Information Delivery Manual (IDM))	60
13. Gerente de la información. Information Manager.	61
14. Nivel 0 BIM, Nivel 1 BIM, Nivel 2 BIM, Nivel 3 BIM	61
14. Nivel de detalle (LOD) Level of detail (LoD). Level of information (LoI). Nivel de información (LOI).	62
15. Evaluación del Ciclo de Vida (ACV). Life-Cycle Assessment (LCA)	62
18. Open BIM. Código abierto	62
Capítulo 2. Nuevas oportunidades profesionales con la tecnología BIM.	63
1. Consultor BIM.	63
2. Auditor BIM. Gestor de contenidos BIM.	64
3. BIM Project Manager. Coordinador de proyectos BIM.	64
➤ BIM Manager	64
➤ BIM Coordinator	64
➤ BIM Project Management	64
➤ BIM Construction Management	64
➤ BIM Facility Management	64



➤ BIM Safety Management _____	64
➤ BIM Coordinador de Seguridad en fase de proyecto _____	64
4. BIM Modeller. Fotogrametría. _____	65
5. Técnico de informática BIM. _____	65
6. BIM Facility manager. Gestión de edificios mediante sistemas informáticos BIM. _	66
7. BIM Lean construction. El BIM a pie de obra. _____	66
8. Técnico BIM en diseño de prefabricados. _____	67
9. Técnico BIM en impresión 3D. _____	67
PARTE SEGUNDA _____	86
Estandarización y conectividad con BIM. ISO en BIM. _____	86
Capítulo 3. Estandarización y conectividad con BIM. Nivel de implantación de BIM en los diferentes países. _____	86
1. Estandarización y conectividad con BIM. _____	86
2. Nivel de implantación de BIM en los diferentes países. _____	88
a. Estados Unidos _____	88
b. Dinamarca. _____	89
TALLER DE TRABAJO _____	91
El cloud computing como soporte del BIM. La implantación de los TIC en el sector de la construcción _____	91
1. Sistemas TIC que permiten desarrollar Metodologías de Industrialización de la Construcción (MIC). _____	91
2. BIM (Building Information Modelling), usados también para la gestión de proyectos de construcción de edificios. _____	91
3. El cloud computing _____	92
4. Valoración del impacto de las TIC _____	92
TALLER DE TRABAJO _____	94
Construcción Lean y BIM. _____	94
1. Evolución histórica de la Construcción Lean. _____	94
2. Construcción Lean + BIM: IPD (Integrated Project Delivery). _____	95
➤ Ahorro en costes de proyectos 30% _____	95
➤ Ahorro en costes de construcción 20% _____	95
➤ Ahorra en costes de mantenimiento 18% _____	95
3. Planificación colaborativa y la metodología del Last Planner System (Sistema del último planificador). _____	96
4. Software del Lean Construction. _____	96
5. Equipos multidisciplinares de diseño _____	97
TALLER DE TRABAJO _____	98
Esquemas del Construcción Lean y BIM. _____	98
TALLER DE TRABAJO _____	100
Diseño virtual BIM y vistas holográficas, integración de la realidad virtual con el modelo o realidad aumentada. _____	100
1. Virtualización del funcionamiento de un edificio. _____	100



2. Realidad aumentada	100
3. Procesado de los datos y la información.	101
a. Escaneos 3D	101
b. Modelado BIM	101
4. Aplicaciones del Diseño virtual BIM	101
a. Presentación de proyectos de arquitectura.	102
b. Diseño virtual en colaboración con el cliente.	102
c. Control de la ejecución de obra	102
d. Facility Management	102
e. Sistemas de Información Geográfica.	103
Capítulo 4. Las ISO del BIM.	104
1. ISO 19650. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM).	104
ISO 19650-1: 2018	104
> Organización de la información sobre obras de construcción	104
> Gestión de la información utilizando BIM	104
> Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM).	104
> Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios.	104
> Parte 1: Conceptos y principios.	104
> Este documento describe los conceptos y principios para la gestión de la información en una etapa de madurez descrita como "modelado de información de construcción (BIM)" según la serie ISO 19650.	104
ISO 19650 - 2	105
> Organización de la información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 2: Fase de entrega de activos.	105
ISO 19650 - 3	105
> Organización de la información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 3: Fase de gestión de activos.	105
ISO 19650 - 5	105
> Organización de información sobre obras de construcción	105
> Gestión de la información utilizando BIM	105
> Parte 5: Especificación BIM orientadas a la seguridad, entornos digitales y gestión inteligente de activos.	105
2. Estándares ISO relacionados con el BIM	105
ISO 29481-1	105
ISO 14040	106
ISO 16739, ISO 12006-3 e ISO 29.481-1	106
ISO 16739: 2013	106
ISO / TS 12911: 2012	108
TALLER DE TABAJO	109
La ISO 19650	109
ISO 19650 - Organización de información sobre obras de construcción. Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios. Parte 1: Conceptos y principios.	109
ISO 19650 - Organización de información sobre obras de construcción. Gestión de la información mediante el modelado de información de edificios. Parte 2: Fase de entrega de los activos	109
Capítulo 5. Implantación de la metodología BIM en el derecho europeo y español de obra pública.	113
1. Implantación de la metodología BIM en el derecho europeo y español de obra	



pública. La Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública. _____	113
2. Comisión de trabajo BIM del Ministerio de Fomento. _____	113
TALLER DE TRABAJO _____	116
La metodología BIM revoluciona los sistemas de información en todo el proceso de la construcción. _____	116
TALLER DE TRABAJO _____	118
El sector de la construcción española se está adaptando al BIM. _____	118
TALLER DE TRABAJO _____	119
La Directiva 2014/24 / UE sobre contratación pública establece la necesidad de utilizar sistemas electrónicos (es decir, medios de comunicación y herramientas para modelar datos del edificio), en los procesos de contratación de obras, servicios y suministros a partir de septiembre de 2018. _____	119
TALLER DE TRABAJO _____	298
Calendario de implantación del BIM en España. _____	298
Marzo de 2018 _____	298
Diciembre de 2018 _____	298
Julio de 2019 _____	298
Capítulo 6. Los fabricantes de productos de la construcción y la adaptación al sistema BIM. _____	300
TALLER DE TRABAJO _____	300
Ejemplo de fabricante de productos de construcción adaptado al sistema BIM. Catálogo para la edificación BIM (modelado de información de construcción) _____	300
TALLER DE TRABAJO _____	302
BIM, como motor de la industrialización de la construcción: biblioteca de elementos prefabricados de hormigón en BIM. _____	302
TALLER DE TRABAJO _____	313
Esquemas: BIM, industrialización y prefabricados de hormigón. _____	313
1. Modelado de información de la construcción. _____	313
2. Del BIM al futuro con los sistemas inteligentes de construcción. _____	313
PARTE TERCERA _____	320
El BIM en el Project Management y la dirección de obra. _____	320
Capítulo 7. Los desarrollos de BIM necesarios para el Project Manager y el Jefe de obra. _____	320
1. Análisis de la programación temporal 4D _____	320
2. Análisis del coste/presupuesto 5D. _____	322
3. Sostenibilidad 6D. Green BIM. _____	326
4. Gestión del ciclo de vida. 7D _____	328
5. Análisis de los procesos de seguridad y salud. 8D. _____	331
TALLER DE TRABAJO _____	332
El BIM y la interoperabilidad. Libro del edificio y certificados de calidad y eficiencia energética. _____	332



TALLER DE TRABAJO	333
PIM-BIM. (Project Information Management).	333
TALLER DE TRABAJO	334
LOD significaba 'nivel de detalle' (level of detail) para medir la cantidad de información de un modelo.	334
1. Nivel de detalle (LOD) Level of detail (LoD). Level of information (LoI). Nivel de información (LOI).	334
2. Niveles de desarrollo	335
LOD 100	335
LOD 200	335
LOD 300	336
LOD 350	336
LOD 400	336
LOD 500	336
TALLER DE TRABAJO	337
S-BIM. Structural-BIM.	337
TALLER DE TRABAJO	339
El iBIM. Integrated Building Information Modelling.	339
TALLER DE TRABAJO	341
BIM Execution Plan (BEP)	341
1. ¿Qué es elBIM Execution Plan (BEP)?	341
¿Debe intervenir el Project Manager en la redacción de la planificación estratégica (BEP).	342
2. Ventajas del BIM Execution Plan BEP.	342
3. Fases del BIM Execution Plan BEP.	343
4. Características del BIM Execution Plan BEP.	344
5. Fases de elaboración del BIM Execution Plan BEP.	346
a. Forma secuencial o "tradicional". Diseño - Licitación - Construcción (DBB Design-Bid-Build).	346
b. Escenario integrado IPD (Integrated Project Delivery)	347
6. Contenido del BIM Execution Plan (BEP)	347
Usos del BIM - Mapa de Proceso.	348
Uso del BIM - Coordinación de los Modelos.	348
PARTE CUARTA	349
BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).	349
Capítulo 8. BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).	349
1. La generación de una metodología de implantación del entorno BIM aplicada a la gestión patrimonial.	349
2. Catalogación de servicios en la gestión de activos inmobiliarios mediante BIM.	349
➤ 349	
➤ El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio en servicio, sus elementos de control, la integración de la lectura de los sensores y la gestión por internet de las instalaciones.	349
TALLER DE TRABAJO	351
Ventajas prácticas del BIM para el facility management	351
➤ 351	



1. El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio.	351
> 351	
> El BIM consigue la monitorización en tiempo real del funcionamiento de los sistemas del edificio en servicio, sus elementos de control, la integración de la lectura de los sensores y la gestión por internet de las instalaciones.	351
a. Mejora de la entrega y puesta en servicio del edificio.	351
b. Mejora en la gestión y explotación del edificio.	351
c. Integración de la explotación del edificio y la gestión de sistemas.	352
2. ¿Cuáles son las ventajas de la integración del BIM con el Facility Management (FM)?	352
3. ¿Cuáles son los riesgos que conlleva la integración del BIM con el Facility Management (FM)?	352
4. Aplicación del BIM Al historial de mantenimiento. La gestión del mantenimiento (Operación y mantenimiento O&M).	353
a. Localización de los componentes del edificio.	353
b. Visualización	353
c. Mantenimiento preventivo.	354
> Creación y actualización de activos digitales	354
> Estudios de viabilidad y de planificación para el propósito de la ejecución de reformas	354
> Gestión de emergencias	354
> Control y seguimiento del consumo de energía.	355
> Formación de personal en el uso de las instalaciones, componentes y equipos.	355
5. Requerimientos de datos para la gestión de instalaciones con BIM.	355
a. Datos geométricos	355
b. Datos no geométricos y datos del fabricante.	356
6. Ventajas de combinar el BIM con el Facility Management (FM)	356
a. Eficiencia	356
b. Simulación simplificada	356
c. Mantenimiento simplificado	356
d. Uso energético eficiente.	357
e. Simplificación en caso de rehabilitación del edificio.	357
f. Inventario y equipamiento del edificio.	357
g. Reducción de costes	357
h. Mejora del rendimiento	357
7. La actualización de los datos "as-built" del modelo BIM a las aplicaciones del Facility Management (FM).	357
8. Ejemplos de ventajas de la aplicación del BIM al Facility Management (FM).	358
a. Generación de informes de fallos, renovación, y evaluación del rendimiento del edificio.	358
b. Ventajas en inmediatez de datos de material sustituible (ej. Material eléctrico)	358
c. Ventajas en identificación de códigos de pintura.	358
d. Exactitud de registros de información geométrica	358
9. BIM aplicado al Facility Management (FM) para edificios existentes	359
10. ¿Cómo planificar la "Operación y mantenimiento" (O&M) con BIM?	359
a. Se gasta más en la conservación que en la construcción.	359
b. Mantenimiento reactivo y planificado. Mantenimiento y reparación (M&R)	360
c. Planificación del mantenimiento	360
d. Modelo BIM para el mantenimiento	360
> 1. Captura de la información de diseño y construcción	361
> 2. Documentación necesaria para el Facility Management	361
> 361	
> 3. Recuperación de la información desde BIM a CMMS/CA Facility Management (FM)	361
> 4. Localización exacta gracias a BIM.	362
> 5. Facilitación del acceso a datos en tiempo real	362



➤ 6. Exactitud de registros de información geométrica _____	362
➤ 7. Creación de activos digitales _____	363
➤ 8. Mejora de procesos de toma de decisiones en mantenimiento. _____	363
➤ 9. Utilidades para el marketing del edificio. _____	363
➤ 10. Toma de decisiones de mantenimiento _____	363
11. Análisis de las relaciones espaciales y patrones de averías. _____	364
TALLER DE TRABAJO _____	366
Ventajas del BIM en la Gestión de inmuebles y servicios de soporte (Facility Management). _____	366
1. Gestión normalizada del ciclo de vida de los activos. _____	366
2. El Coste Total de Propiedad del inmueble (TCO) "Total Cost of Ownership". _____	367
3. El BIM como herramienta para calcular el Coste Total de Propiedad (TCO) del inmueble. _____	367
TALLER DE TRABAJO _____	369
Esquemas de Facility Management y BIM _____	369
1. Control de la gestión de un inmueble desde la primera fase de diseño de un proyecto. _____	369
2. Esquema de la tabla de Esfuerzo vs Diseño, Análisis, Documentos constructivos y gestión. _____	373
3. Ventaja en el diseño del proyecto, coordinación, logística y procesos de gestión. Análisis energético. _____	374
4. Entrega eficiente de datos. _____	376
Esquema del proceso de preparación del archivo REVIT a su asimilación por la base de datos y traslación a la gestión de activos (asset management), gestión de espacios (space management), mantenimiento, planificación del porfolio inmobiliario, project management, etc. _____	376
5. La nube como futuro del facility management. nanotecnología. _____	380
TALLER DE TRABAJO _____	381
Esquemas del BIM y el Facility Manager. Nuevas Tecnologías Facility Manager. Herramientas. Sistema BIM. _____	381
TALLER DE TRABAJO _____	396
BIM de facility management. _____	396
BIM para mantenimiento y operaciones inmobiliarias. _____	397
Actualización de certificaciones energéticas. _____	397
Revisión del software de Facilities Management. _____	397
Compilación de directrices para la actualización de modelos BIM de Facility Management. _____	397
Proyecto de BIM s de gestión de instalaciones. _____	397
BIM as built de la obra del proyecto de reforma. _____	397
Ratio de uso del software de Facilities Management. _____	397
Inventario BIM. El inventario BIM es un modelo de un edificio existente, basado en dibujos, estudios in-situ, y medidas de los espacios y elementos constructivos del edificio. El inventario BIM se utiliza como datos de partida para el modelado de proyecto para mantenimiento y software de Facilities Management. _____	397
Plan de modelo del edificio. El plan de modelo del edificio es un documento del proyecto de construcción, que incluye a todos los stakeholders, y describe los objetivos, procedimientos y responsabilidades del modelo. Los objetivos comprenden el uso de modelos en el proyecto y en Facilities Management. _____	397
El BIM as-built es un modelo que ha sido actualizado para incluir los cambios hechos en construcción y explotación del edificio. Los BIM as-built son actualizados en los modificados de	



obra o de forma periódica. _____ 397
 Información de producto del Contratista (constructor). La información del producto del contratista se refiere a la documentación que el contratista deberá proporcionar para su uso en Facilities Management. Contiene información sobre los productos de las soluciones constructivas del edificio, equipos y materiales, instrucciones de operación y mantenimiento, así como mediciones e inspección. La información del producto del contratista complementa los datos de diseño. _____ 397

TALLER DE TRABAJO _____ 440

BIM 6D medioambiental. Green BIM. _____ 440

1. La sexta dimensión del BIM y la eficiencia energética. _____ 440

2. Aplicaciones de la simulación energética. _____ 441

Motores de simulación energética _____ 441

Entornos de análisis energético _____ 441

Extensiones o plugins de análisis energético _____ 441

3. La sexta dimensión del BIM. Concepto de ingeniería de valor (Value Engineering). 442

4. Modelo BIM certificado. _____ 445

TALLER DE TRABAJO _____ 448

BIM aplicado a la climatización. _____ 448

1. Ubicación del proyecto. _____ 448

2. Requerimientos de la instalación. _____ 448

a. Calidad térmica del ambiente _____ 448

b. Exigencias de calidad del aire interior _____ 448

c. Ventilación _____ 449

d. Filtración _____ 449

e. Descarga y recirculación de aire _____ 449

f. Aislamiento térmico de redes de conductos. _____ 449

3. Definición del sistema de climatización _____ 450

4. Modelado arquitectónico y estructural en base a BIM _____ 450

a. Estructura _____ 450

➤ Programa BIM > Estructura -> Sistema de Vigas _____ 450

b. Suelo _____ 450

➤ 451

➤ Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Suelo. _____ 451

c. Cubiertas _____ 451

➤ 451

➤ Programa BIM > Arquitectura -> Construir -> Cubierta. _____ 451

d. Muros interiores _____ 451

e. Falso techo _____ 451

f. Puertas y ventanas _____ 451

g. Entorno _____ 451

5. Modelado de la instalación de climatización con BIM. _____ 451

a. Estudio de las necesidades térmicas con BIM _____ 451

➤ Programa BIM > Analizar -> Espacios y Zonas -> Zonas. _____ 451

➤ Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Tablas de planificación/Cantidades. _____ 452

➤ Programa BIM > Analizar -> Informes y Tablas de Planificación -> Cargas de calefacción y refrigeración. _____ 452

b. Justificación de los cálculos del estudio de cargas _____ 453

c. Dimensionado de los dispositivos utilizados. _____ 453

d. Creación de conductos y tuberías en BIM. _____ 454

e. Pérdidas de carga de conductos y tuberías. _____ 454

f. Información sobre el estudio de pérdidas de presión BIM _____ 455



> Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Información de pérdida de presión en tuberías. _____	455
g. Tablas de cantidades necesarios de cada material. _____	455
> Programa BIM > Analizar > Informe y tablas de planificación > Tabla de planificación/ Cantidades. _____	455
PARTE QUINTA _____	456
Práctica actual del BIM _____	456
TALLER DE TRABAJO _____	456
Casos reales de aplicación BIM expuestos en los congresos BIM. _____	456
La segregación del modelo BIM en modelos separados de las diferentes disciplinas (estructuras, instalaciones y civil) que componen un proyecto. _____	456
Importación de fotos a BIM. La geometría de los modelos en el programa de fotogrametría. entornos BIM utilizando nubes de puntos. Fotogrametría Digital Automatizada. _____	456
BIM Execution Plan (BEP) _____	456
La tecnología BIM con herramientas de "management" en casos reales de proyectos europeos. _____	456
TALLER DE TRABAJO _____	518
Ciudades Inteligentes con BIM. Smart cities and BIM. _____	518
1. Infraestructuras interconectadas con BIG DATA asociado: un gran paso a la inteligencia artificial. _____	518
2. La importancia del BIM en la identificación, análisis, hiperconectividad, eficiencia y reducción de costes de las ciudades inteligentes _____	518
TALLER DE TRABAJO _____	526
Big data BIM _____	526
1. ¿Qué puede hacer el Big Data por la construcción? _____	526
2. La metodología BIM integra bases de datos procedentes del Big Data _____	526
3. El control de suministros de proyecto también se monitoriza con técnicas de Big Data. _____	527
TALLER DE TRABAJO _____	528
Caso real de explotación de la información con BIM, Big Data y Data Analytics para el desarrollo de sistemas de gestión inteligente de infraestructuras concesionales y la implantación de plataformas de gestión integrables con las smart cities para sincronizar las operaciones de la compañía con las demandas de las ciudades. _____	528
PARTE SEXTA _____	530
Datos técnicos de uso del software. _____	530
Capítulo 9. Software. Autodesk Revit _____	530
TALLER DE TRABAJO _____	533
¿Cómo manejar el programa Revit? _____	533
Interfaz y entorno de trabajo. _____	534
Menús y barras de herramientas. _____	534
Comandos y teclas de acceso rápido. _____	534
Ampliaciones y conexión con otros programas. _____	534
Funcionalidades básicas. Comparativa de versiones. _____	535
Soluciones específicas para la industria. _____	536
Funcionalidades avanzadas _____	536
> Trabajo colaborativo. _____	536
> Fórmulas, matrices y catálogos. _____	536



➤ Layers o grupos de capas. _____	536
➤ 536	
➤ Opciones de proyecto. _____	536
➤ 536	
➤ Exportación de vistas. _____	536

TALLER DE TRABAJO _____ 538

Control de cambios paramétricos para coordinar automáticamente los cambios realizados en cualquier punto: vistas de modelo o planos, planificaciones, secciones, plantas, etc. _____	538
---	------------

ANEXO _____ 584

Guía de Usuarios estándar BIM de la asociación buildingSMART Spanish Chapter. _ 584

➤ Objetivos generales del BIM _____	585
➤ Requisitos técnicos generales para el BIM _____	585
➤ Software _____	585
➤ Liberación del modelo _____	585
➤ Coordenadas y unidades _____	585
➤ Precisión del modelo BIM _____	585
➤ Herramientas de modelado _____	585
➤ Los edificios, niveles de suelo y divisiones _____	585
➤ Nombre y archivo del modelo _____	585
➤ Especificación BIM _____	585
➤ El papel del coordinador BIM _____	585
➤ Publicación de Modelos _____	585
➤ Modelos de trabajo _____	585
➤ Aseguramiento de la calidad de los modelos BIM _____	585
➤ Generación y uso de los modelos en diferentes etapas del proyecto _____	585
➤ Necesidades y objetivos _____	585
➤ Estudio de Alternativas _____	585
➤ Diseño inicial (Proyecto Básico) _____	585
➤ Diseño Detallado (Proyecto de Ejecución) _____	585
➤ Licitación y Contratación _____	585
➤ Construcción _____	585
➤ Puesta en funcionamiento _____	585
➤ Modelado del estado actual _____	585
➤ Definiciones generales _____	585
➤ Modelado del Emplazamiento y sus elementos _____	585
➤ Modelado del estado actual _____	585
➤ Uso de capas en el modelo del estado actual _____	585
➤ Modelado de elementos de construcción _____	585
➤ Clasificación de los elementos de construcción: _____	585
➤ Sistemas de coordenadas y unidades de medida _____	585
➤ Procesado de niveles _____	585
➤ Especificación BIM _____	585
➤ Requisitos relativos a los datos de origen _____	585
➤ Requisitos de medición. Contenidos. _____	585
➤ Requisitos para levantamientos, análisis y estados actuales _____	585
➤ Requisitos de modelado _____	585
➤ Modelo del emplazamiento, elementos del emplazamiento _____	585
➤ Niveles de precisión del modelo del estado actual _____	585
➤ Documentación final que debe redactarse _____	585
➤ Transferencia de datos _____	585
➤ Materiales de medida _____	585
➤ Modelos BIM _____	585
➤ Tareas Adicionales _____	585
➤ Aseguramiento de la calidad _____	585
➤ Mediciones _____	585
➤ Modelo del estado actual _____	585



➤ Diseño arquitectónico	585
➤ Introducción	585
➤ Fundamentos de modelado en el diseño arquitectónico	585
➤ Coordenadas y unidades	586
➤ Edificios, niveles y divisiones.	586
➤ Niveles de contenido del modelo BIM	586
➤ Elementos estructurales	586
➤ Publicación del modelo y control de calidad	586
➤ Modelos de Trabajo	586
➤ Ficha descriptiva del modelo.	586
➤ Capas	586
➤ BIM en proyectos de rehabilitación	586
➤ Trabajo con modelos BIM de estado actual.	586
➤ Coordinación de diseño	586
➤ Requisitos del modelo BIM para las distintas fases del proyecto.	586
➤ Requisitos del proyecto.	586
➤ La planificación del proyecto y la preparación del diseño	586
➤ Diseño preliminar	586
➤ Diseño general	586
➤ Fase de Diseño Pormenorizado	586
➤ Construcción	586
➤ Recepción	586
➤ Puesta en funcionamiento y mantenimiento	586
➤ Diseño de instalaciones	586
➤ Fases de diseño de instalaciones	586
➤ Especificaciones B.I.M.	586
➤ Transferencia de objetos y datos	586
➤ Convenio de nomenclaturas	586
➤ Requisitos del modelo de instalaciones	586
➤ Provisión espacial de los Modelos BIM	586
➤ Previsión espacial, espacios	586
➤ Redes horizontales	586
➤ Requisitos de habitaciones y áreas	586
➤ Esquemas de áreas de servicio	586
➤ Sistemas BIM para el diseño de instalaciones	586
➤ Principios de modelado en la fase de diseño detallado	586
➤ Sistemas de agua y saneamiento doméstico	586
➤ Sistemas de Ventilación	586
➤ Sistemas de Calefacción y Refrigeración	586
➤ Sistemas de extinción de Incendios	586
➤ Sistemas Especiales	586
➤ Planos de instalaciones	586
➤ Modelos BIM para el diseño de electricidad y telecomunicaciones	586
➤ Principios generales de modelado en la fase de diseño detallado	586
➤ Distribución de Electricidad	586
➤ Centralización de cuadros eléctricos	586
➤ Tubos de conducciones	586
➤ Accesorios de iluminación	586
➤ Accesorios de montaje	586
➤ Sistemas de seguridad	586
➤ Modelos BIM para el diseño de automatización de edificios	586
➤ Modelos Combinados	586
➤ Precisión geométrica y contenido informativo del modelizado de redes	587
➤ Integración mediante modelos combinados	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Listado de mediciones generadas por los modelos BIM de instalaciones	587
➤ Productos prefabricados de instalaciones	587
➤ Modelo "As Built"	587
➤ Actualizar el contenido de información de sistemas para incluir información de contratista	587



➤ Actualización de la geometría de los sistemas para incluir información del contratista.	587
➤ Instalaciones-BIM, componentes a modelar, contenido y nivel de precisión geométrica según la fase de diseño.	587
➤ Diseño estructural	587
➤ Estructuras a modelar	587
➤ Esquema estructural	587
➤ Definición de secciones y plantas	587
➤ Numeración y etiquetado	587
➤ Grado de finalización Control de Calidad	587
➤ Modelado de las modificaciones	587
➤ Definición de fases de diseño	587
➤ Requisitos del modelo	587
➤ Fase de anteproyecto	587
➤ Fase de proyecto básico	587
➤ Fase de proyecto de ejecución o licitación	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Previsión de huecos	587
➤ Fase de Proyecto de detalle	587
➤ Puesta en servicio y mantenimiento	587
➤ Aseguramiento de la Calidad	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Visión del Cliente	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Visión del Diseñador	587
➤ Aseguramiento de Calidad; Grupo de Diseñadores	587
➤ Prácticas de reuniones recomendadas	587
➤ Manejo de cambios	587
➤ Mejoras en la comunicación entre diseñadores	587
➤ Transparencia del proceso entre todas las partes	587
➤ Aseguramiento de calidad	587
➤ Gestión y mantenimiento de la calidad en los diseños	587
➤ Controles y qué incluyen	587
➤ Métodos de Aseguramiento de Calidad	587
➤ Archivos de BIM que deben ser chequeados	587
➤ Inventario BIM	587
➤ BIM Espacial	587
➤ Elementos de Construcción BIM	587
➤ Sistema BIM	587
➤ BIM Fusionado	587
➤ Control de los Documentos de Diseño	587
➤ Oportunidades Futuras del Control de BIM	588
➤ Responsabilidades	588
➤ Persona designada como Responsable	588
➤ Mediciones	588
➤ Requisitos de los modelos de información para la edificación usados en la extracción de mediciones.	588
➤ Consistencia del modelado	588
➤ Nivel de detalle del BIM	588
➤ Usando herramientas BIM	588
➤ Identificando elementos constructivos e instalaciones	588
➤ Información esencial de medidas	588
➤ Uso de herramientas de software y transferencia de datos	588
➤ Métodos de desarrollo del estado de mediciones de un proyecto basado en un Modelo	588
➤ BIM. Vinculación con la gestión de proyecto, en las fases de toma de decisiones y de modelización.	588
➤ Conceptos fundamentales de la extracción de mediciones	588
➤ Principales niveles de uso de los datos del modelo BIM en la extracción de mediciones	588
➤ Extracción de mediciones durante la fase de diseño	588
➤ Medición durante las fases de licitación y obra	588
➤ El proceso de extracción de mediciones	588
➤ Familiarizarse con el proyecto	588
➤ Recopilación de información	588



➤ Extracción de mediciones; realizando la extracción _____	588
➤ Control de calidad y entrega de las mediciones _____	588
➤ Problemas encontrados en la extracción de mediciones basada en BIM _____	588
➤ Extracción de mediciones de BIMs de varias disciplinas de proyecto _____	588
➤ Superficies de los espacios _____	588
➤ Cubiertas _____	588
➤ Escaleras _____	588
➤ Muros Cortina _____	588
➤ Partes paramétricas del modelo _____	588
➤ Casos con geometrías poco regulares _____	588
➤ Visualización _____	588
➤ Ilustraciones Técnicas y Visualizaciones _____	588
➤ Las Múltiples Aplicaciones de Visualización _____	588
➤ Los Objetivos de las Visualizaciones _____	588
➤ La Visualización de las Alternativas de diseño _____	588
➤ Valoración de la eficiencia del diseño _____	588
➤ Comprensión de las soluciones contenidas en el diseño _____	588
➤ Soporte a la dirección y supervisión del diseño _____	588
➤ Establecimiento y gestión de los requisitos _____	588
➤ Ilustraciones y visualizaciones _____	588
➤ Uso de BIM en las visualizaciones _____	588
➤ Visualización en diferentes etapas del modelado _____	588
➤ Análisis de instalaciones _____	588
➤ Simulaciones de energía y confort _____	588
➤ Simulación CFD (Computational Fluid Dynamics) _____	589
➤ Análisis de la vida útil y coste de las instalaciones _____	589
➤ Análisis del impacto ambiental _____	589
➤ Técnicas de visualización de imágenes _____	589
➤ Cálculo de iluminación y visualización _____	589
➤ Simulación de iluminación _____	589
➤ Análisis de sistemas de instalaciones _____	589
➤ Análisis y presentación de resultados _____	589
➤ Análisis energético _____	589
➤ Análisis energéticos en las diferentes fases del proyecto _____	589
➤ Diseño conceptual _____	589
➤ Diseño esquemático _____	589
➤ Evolución del diseño _____	589
➤ Fase del permiso del edificio _____	589
➤ Diseño detallado _____	589
➤ Construcción _____	589
➤ Período de puesta en servicio y garantía _____	589
➤ Operación y mantenimiento. _____	589
➤ BIM y programas de análisis energético _____	589
➤ Programas de análisis energético. _____	589
➤ Requisitos del intercambio de información para el análisis energético _____	589
➤ Gestión de proyectos _____	589
➤ Contenidos _____	589
➤ Los principios de la gestión proyectual de información basada en un modelo _____	589
➤ El proceso de gestión del proyecto basado en el Modelado de Información de la Edificación (BIM) _____	589
➤ Tomar en consideración el Modelado de Información de la Edificación (BIM) en la gestión de proyectos _____	589
➤ Diseño con Modelado de Información de la Edificación (BIM) _____	589
➤ Ejecución con BIM _____	589
➤ Supervisión con BIM _____	589
➤ Personas a cargo del BIM _____	589
➤ Tareas de la gestión de proyectos BIM etapa por etapa Evaluación de necesidades y objetivos _____	589
➤ Diseño conceptual _____	589
➤ Planificación del diseño _____	589



➤ Control del diseño _____	589
➤ Planificación de la construcción _____	589
➤ Control de la construcción _____	589
➤ Inspección final, entrega y recepción de obra _____	589
➤ Periodo de garantía, uso y mantenimiento _____	589
➤ Facility Management _____	589
➤ Modelos BIM durante funcionamiento y mantenimiento _____	589
➤ Soporte en los procesos de gestión de la propiedad _____	589
➤ Beneficios en varias líneas de negocio _____	589
➤ Objetivos para la gestión de la información en la gestión de la propiedad _____	589
➤ Proceso de gestión de BIM _____	590
➤ El software de diseño _____	590
➤ Modelos BIM de transferencia de datos abiertos Modelos de requisitos de proyecto	590
➤ Visualización técnica de los modelos IFC _____	590
➤ Herramientas de soporte _____	590
➤ Generalidades _____	590
➤ Información del producto del Contratista _____	590
➤ Software de gestión del mantenimiento y operaciones _____	590
➤ Modelos BIM as-built acorde al proyecto de construcción. _____	590
➤ Uso interoperable de software de gestión de instalaciones _____	590
➤ Modelado de edificios existentes _____	590
➤ Archivar y proteger los datos BIM de gestión de instalaciones _____	590
➤ Construcción _____	590
➤ Requisitos para los modelos de información de edificios de contratistas _____	590
➤ Definición de BIM en los documentos contractuales _____	590
➤ Definición del proceso de entrega de modelos de información de edificios a la Producción.	590
➤ Diseño bajo responsabilidad del contratista _____	590
➤ Gestión BIM durante la fase de construcción _____	590
➤ Opciones de utilización del BIM en la construcción _____	590
➤ Definición de requisitos BIM para la fase de construcción _____	590
➤ Programación de construcción en BIM _____	590
➤ Presentación de informes de estado de construcción con BIM _____	590
➤ Modelado de la organización general de las obras (Plano de emplazamiento) _____	590
➤ Seguridad y salud en fase de ejecución con la ayuda del BIM _____	590
➤ Entrega de Datos de Producción en un "As-Built BIM" _____	590
➤ Documentación del Movimiento de Tierras y Cimentación como Modelo 3D _____	590
➤ Órdenes de cambio. Cambios de diseño durante la construcción Instalaciones Ocultas	590
➤ Datos del Producto de las Partes del edificio Elegidos por el Contratista _____	590
➤ La Transferencia de Información en Gestión de Instalaciones _____	590



¿QUÉ APRENDERÁ?



- **La Modelización Parametrizada (BIM) de un proyecto de edificación.**
- **Construcción Lean y BIM.**
- **Las ISO del BIM. ISO 19650**
- **BIM, como motor de la industrialización de la construcción.**
- **El BIM en el Project Management y la dirección de obra.**
- **El BIM y la interoperabilidad. Libro del edificio y certificados de calidad y eficiencia energética.**
- **PIM-BIM. (Project Information Management).**
- **S-BIM. Structural-BIM.**
- **El iBIM. Integrated Building Information Modelling.**
- **BIM Execution Plan (BEP).**
- **BIM y facility management (gestión de activos inmobiliarios).**
- **Ciudades Inteligentes con BIM. Smart cities and BIM.**
- **Software. Autodesk Revit.**



PARTE PRIMERA

¿Qué es el BIM?

Capítulo 1. BIM (modelado de información de construcción).



1. ¿Qué significa BIM? ‘Building Information Modelling’ (modelado de información de la edificación).