

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER
DE CHUQUISACA**



CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS EN EL CAMPO PROFESIONAL PARA LA
INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS DE
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN BOLIVIA**

ASIGNATURA: Metodología de la Investigación

DOCENTE: M.Sc. Ing. Jarín Hasbel Alcalá Castro

CURSANTE: Ing. Katty Paola Mamani Mujica

Marzo 2023

DEDICACIÓN

Dedicado a mis padres Andrés
y Alicia los cuales me
apoyaron e impulsaron para
seguir con mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco los colegas Ingenieros
Civiles que brindaron de su tiempo
en el llenado de la encuesta.

ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS EN EL CAMPO PROFESIONAL PARA LA INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN BOLIVIA

La introducción de nuevas tecnologías puede significar un adelanto para el rubro de la construcción pues estas pueden ofrecer la optimización de procesos constructivos. Sin embargo, no siempre es fácil adoptar los mismos.

Existen varios factores que influyen en las deficiencias en el campo profesional para la adopción de BIM, podemos mencionar entre los principales que no es indispensable aprender nuevas tecnologías pues los métodos tradicionales aún cumplen con su función en los procesos constructivos.

Si bien las universidades no contemplan en el plan de estudios la enseñanza de la metodología BIM esto no significa que cada profesional se conforme con ello. En estos tiempos es más fácil poder obtener información por ello es responsabilidad de cada profesional el adquirir nuevos conocimientos por su propia cuenta y según lo requiera.

Si bien las normativas nacionales específicamente del área de instalaciones hidrosanitarias no exigen utilizar BIM, el uso del mismo puede significar una gran ayuda desde la planificación, la construcción y hasta la etapa de mantenimiento de un proyecto pues esta tecnología nos permite obtener una visualización tridimensional de las instalaciones permitiendo tener el control de cantidades de material, evitar cruces de instalaciones y también ayudar a tener más claro el proceso constructivo.

Palabras Clave: Metodología BIM, Procesos constructivos.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	5
1.1. ANTECEDENTES.....	5
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.2.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA	6
1.2.2. CAUSAS MÁS PROBABLES	7
1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.3. OBJETIVOS	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.4. HIPOTESIS	9
1.5. JUSTIFICACION	9
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. INTRODUCCIÓN DE BIM EN EL ÁMBITO DE LA CONSTRUCCIÓN	11
2.1.1. TECNOLOGÍA BIM EN EL MUNDO.....	11
2.1.2. APLICACIONES DE BIM PARA LA ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN	12
2.1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM	13
2.1.4. SOFTWARES QUE IMPLEMENTA LA METODOLOGÍA BIM	14
2.1.5. BIM PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	17
2.2. BIM COMO MÉTODO DE ENSEÑANZA EN UNIVERSIDADES	19
2.2.1. BIM COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE EN LA UNIVERSIDADES EXTRANJERAS	19
2.2.2. BIM COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE EN LA UNIVERSIDADES BOLIVIANAS.....	20
3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. DEFICIENCIAS DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL CAMPO PROFESIONAL DE BOLIVIA.....	22
3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	23
3.3. IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN BOLIVIA.....	24
3.3.1. ANÁLISIS DE ENCUESTAS	24
3.3.2. ANÁLISIS DE PENSUM DE UNIVERSIDADES DE LA CIUDAD DE LA PAZ	28
4. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29

4.1.	CONCLUSIONES	29
4.2.	RECOMENDACIONES	30
5.	BIBLIOGRAFÍA	31
6.	ANEXOS	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 SOFTWARE BIM	15
FIGURA 2.2 MODELACIÓN BIM PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.....	18
FIGURA 6.6.1 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 1 DE ENCUESTA	32
FIGURA 6.2 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 2 DE ENCUESTA	32
FIGURA 6.3 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 3 DE ENCUESTA	32
FIGURA 6.4 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 4 DE ENCUESTA	33
FIGURA 6.5 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 5 DE ENCUESTA	34
FIGURA 6.6 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 6 DE ENCUESTA	34
FIGURA 6.7 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 7 DE ENCUESTA	36
FIGURA 6.8 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 8 DE ENCUESTA	37
FIGURA 6.9 PENSUMS UNIVERSITARIOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 SOFTWARE BIM POR ÁREA	16
---------------------------------------	----

ANÁLISIS DE LAS DEFICIENCIAS EN EL CAMPO PROFESIONAL PARA LA INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN BOLIVIA

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

A pesar de que nuevas tecnologías existen ya desde años atrás, la adopción de BIM en procesos constructivos ha sido progresiva a nivel internacional. La exigencia en países como Estados Unidos y el Reino Unido, ha sido significativo para la implementación de BIM. Otros países líderes en esta adopción son: Australia, Brasil, Noruega, Dinamarca y Finlandia, que han establecido guías universales y realizado inversiones considerables en investigación y desarrollo del rubro de la construcción.

Estados Unidos, desde 2007, ha liderado el proceso al ordenar el uso de BIM para validar programas espaciales y desarrollar estándares reconocidos internacionalmente. El Reino Unido ha implementado una estrategia ambiciosa, considerada la más centralizada del mundo, exigiendo en 2011 que todos los proyectos gubernamentales adoptaran BIM para 2016. A nivel europeo, las Directivas del Parlamento en 2014 han fortalecido la tendencia hacia la adopción generalizada de BIM al requerir sistemas electrónicos en procesos de contratación a partir de septiembre de 2018 (Peña et al., 2016). En resumen, la adopción efectiva de BIM a nivel global está siendo impulsada en diversos países marcando una transformación en la gestión de proyectos de construcción.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Situación Problemática

Deficiencia de la implementación de las herramientas tecnológicas como la metodología BIM en proyectos de construcción de Bolivia

La carencia de aplicación de Building Information Modeling (BIM) en Bolivia podría generar diversas situaciones en el sector de la construcción y la ingeniería. Algunos de los posibles efectos son:

- BIM permite una colaboración más estrecha y eficiente entre los diferentes participantes en un proyecto de construcción. La carencia de aplicación de BIM en obras podría dar lugar a procesos más lentos y menos eficientes, lo que podría aumentar los costos y retrasar los plazos de entrega.
- La falta de un modelo centralizado puede llevar a una mayor probabilidad de errores en la etapa de diseño y ejecución. Estos errores pueden afectar tanto la calidad como el presupuesto del proyecto.
- BIM no solo se utiliza en la fase de diseño y construcción, sino que también se puede emplear en el mantenimiento de una construcción. La falta de aplicación de BIM podría limitar la capacidad de gestionar y mantener eficientemente las infraestructuras construidas.
- La falta de habilidades y prácticas actualizadas, como el uso de BIM, podría afectar la competitividad de los profesionales y empresas bolivianas en el mercado internacional de la construcción.

- Falta de Estándares y Normativas Actualizadas: La falta de adopción de BIM también podría contribuir a la falta de desarrollo de estándares y normativas actualizadas en el sector de la construcción en Bolivia, lo que podría afectar la calidad y la seguridad de los proyectos.

“Tenemos un déficit en Bolivia que no se da en otros países de nuestro entorno. Se necesitan especialistas BIM, lamentablemente no los tenemos”, (Rim Safar Sakkal, 2023)

1.2.2. Causas más probables

1.2.2.1 Limitaciones en la Educación

No se imparte el uso de la herramienta BIM desde la etapa Universitaria.

La falta de enseñanza de la metodología Building Information Modeling BIM en la carrera de Ingeniería Civil de las universidades de Bolivia puede deberse a varios motivos:

- Es posible que las universidades no cuenten con los recursos financieros o tecnológicos para inculcar BIM.
- Los planes de estudio de las universidades no tienden a actualizarse continuamente por ello no van adoptando nuevas tecnologías
- Gran parte de los docentes universitarios aún no se capacitan para instruir estas nuevas metodologías de modelación.
- Las empresas no están adoptan activamente la metodología BIM, lo que genera que haya menos presión para que las universidades enseñen sobre este tema.

1.2.2.2 Exigencias en el campo laboral del país

En el campo laboral de Bolivia aún se siguen utilizando métodos tradicionales para modelar instalaciones hidrosanitarias de diversos proyectos.

Existe una falta de conciencia sobre la importancia de BIM en la industria de la construcción y una falta de demanda por parte de los empleadores en Bolivia.

Existen métodos tradicionales para modelar instalaciones hidrosanitarias las cuales se usan en Bolivia, pero en comparación con BIM son obsoletas.

El reglamento nacional de instalaciones sanitarias domiciliarias RENISDA no exige la presentación de modelos o planos con vistas isométricas de instalaciones sanitarias para la aprobación de proyectos, lo cual es un causal para que los profesionales no estén motivados a aprender este tipo tecnologías.

1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las causas detrás de las deficiencias en la implementación de BIM en el sector de construcción en Bolivia, y cómo estas carencias pueden impactar en la eficiencia, calidad y competitividad de los proyectos?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar las deficiencias del campo profesional para llevar a cabo los procesos de integración BIM en instalaciones hidrosanitarias en Bolivia.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las causas de las deficiencias del uso de Bim en el campo profesional de Bolivia
- Identificar las ventajas y desventajas ofrece la metodología BIM
- Describir la utilidad de BIM en la rama de Instalaciones Hidrosanitarias.
- Analizar los factores económicos de BIM
- Identificar mediante una encuesta si los profesionales utilizan BIM en sus fuentes laborales y si los mismos tienen conocimiento de las deficiencias en la integración de esta tecnología.

1.4. HIPOTESIS

En Bolivia, la falta de competencia profesional en la integración de BIM en proyectos de construcción obstaculiza la eficiencia y precisión. La escasez de información y capacitación es un factor clave. Identificar y abordar estas deficiencias puede mejorar la implementación de BIM, elevando la calidad y eficiencia de los proyectos en el país.

1.5. JUSTIFICACION

La adopción de Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción en Bolivia es esencial para transformar radicalmente la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan proyectos. Además de aumentar la eficiencia y reducir costos, BIM fomenta una colaboración más estrecha entre los diversos actores involucrados en un proyecto, desde arquitectos hasta ingenieros y constructores. Este enfoque colaborativo no solo mejora la coordinación, sino que también contribuye a la toma de decisiones informadas en todas las fases del ciclo de vida de la construcción.

La implementación de BIM también ofrece a Bolivia la oportunidad de cumplir con los estándares y regulaciones internacionales en la industria de la construcción, lo que no solo asegura la calidad de las estructuras, sino que también fortalece la posición del país en el mercado global. Al invertir en capacitación y desarrollo de habilidades en BIM, los profesionales de la construcción en Bolivia pueden liderar la adopción de prácticas innovadoras, promoviendo proyectos más sostenibles y alineados con las demandas de la industria a nivel mundial. En última instancia, la integración exitosa de BIM en Bolivia no solo mejora la eficiencia de los proyectos, sino que también impulsa el progreso y la competitividad del país en el escenario internacional de la construcción.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN DE BIM EN EL ÁMBITO DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1.1. TECNOLOGÍA BIM EN EL MUNDO

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa que permite gestionar proyectos de construcción. En varios países se usa esta tecnología debido a los beneficios que ofrece entre los que podemos mencionar: la mejora de eficiencia, minimización de errores en las distintas etapas de un proyecto y reducción de costos.

En varios países han considerado adoptar políticas que requieren el uso de BIM en sus proyectos de construcción.

De entre todos los países europeos, el Reino Unido ha sido uno de los primeros en iniciar, y el que hasta la fecha ha ejercido un mayor liderazgo público en la implantación BIM para el diseño, construcción y operación de infraestructuras públicas. Actualmente, lidera el desarrollo de iniciativas de implementación BIM, y es que desde 2016, su uso es obligatorio en los proyectos públicos, debiendo alcanzar el denominado BIM Nivel 2. (COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM, 2016)

Existen estándares y regulaciones específicas para el uso de la metodología BIM en distintos países del mundo. Por ejemplo la BuildingSMART International es una organización que trabajan en el desarrollo de estándares BIM lo cual garantiza la integración y la solidez en la implementación de BIM en el mundo.

La tecnología de BIM continúa evolucionando a medida que avanza el tiempo. Aún se van desarrollando más herramientas y software BIM más avanzados para satisfacer las

necesidades más específicas en el rubro de la construcción, algunos que podemos mencionar son: la simulación de una construcción virtual, el análisis de rendimientos de componentes de obra y la gestión de todas las instalaciones en un proyecto.

2.1.2. APLICACIONES DE BIM PARA LA ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN

BIM (Building Information Modeling) nos permite centralizar toda la información de un determinado proyecto en un único modelo de información, para ello se trabaja en una forma de entorno colaborativo conformado que reúnen conocimientos, software e ideas para iniciar y gestionar un proyecto de construcción, todo esto con el objetivo de centralizar toda la información del proyecto en un solo modelo digital.

Las aplicaciones de BIM pueden ser partícipes durante toda la etapa de construcción de un proyecto desde la planificación, ejecución y gestión eficiente del proyecto.

Esta tecnología permiten crear modelos más detallados que incluyen todos los elementos del proyecto, desde estructuras, arquitectura hasta instalaciones. Estos modelos facilitan la planificación de la secuencia de construcción, el avance de obra, la programación de actividades futuras y la identificación de posibles problemas.

Los modelos BIM ayudan a identificar que no haya cruce de instalaciones u otros componentes de diferentes sistemas antes de que la construcción comience en el sitio. Esto permite resolver problemas de diseño y coordinar de manera efectiva la ubicación de elementos como tuberías, cables, etc., para evitar conflictos durante el avance de obra.

Las herramientas BIM permiten la gestión eficiente de los recursos económicos (materiales de construcción) y logística en el avance de obra. Los modelos BIM pueden utilizarse para

planificar la entrega de materiales, coordinar de mejor manera la ubicación de los equipos o maquinaria, y optimizar la productividad del flujo de trabajo en el sitio.

Durante la construcción, los modelos BIM pueden irse actualizando para reflejar los posibles cambios requeridos en obra. Esto ayuda a mantener la coordinación entre los diferentes equipos y a gestionar el futuro avance para evitar retrasos y costos adicionales.

2.1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM

La aplicación de la metodología BIM en la fase de construcción ofrece varias ventajas y desventajas como las que se mencionan a continuación.

Ventajas del uso de BIM

- Facilita la colaboración entre diferentes áreas de un proyecto y profesionales, permitiendo una comunicación eficiente y una coordinación más óptima.
- Al permitir la visualización tridimensional de un proyecto, BIM ayuda a identificar posibles errores futuros antes de la construcción.
- BIM permite probar diseños antes de la construcción lo cual ayuda en la toma de decisiones.
- BIM también incorpora información detallada sobre costos, materiales, mantenimiento lo cual proporciona una base para la toma de decisiones.
- La detección anticipada de interferencias ayuda a prevenir conflictos en la construcción y facilita la resolución antes de que afecten el avance del proyecto.

- BIM se extiende a lo largo del ciclo de vida de una obra, facilitando la gestión de activos y mantenimiento de manera eficiente.

Desventajas del uso de BIM:

- La implementación de BIM puede requerir inversiones significativas en equipos, licencia de software y capacitación, lo que podría ser un obstáculo inicial para los profesionales y empresas.
- La adopción de BIM implica aprendizaje y los profesionales pueden requerir un tiempo para familiarizarse con estas metodologías.
- BIM puede requerir hardware potentes para manejar los modelos complejos, lo que podría ser un costo significativo para las empresas.
- La precisión y calidad de los datos ingresados en el modelo BIM son muy importantes. Dependiendo de los datos, pueden surgir problemas durante la construcción de obra.
- Su adopción aún puede variar según el país y el tipo de proyecto, lo que puede dificultar la colaboración entre empresas que tienen diferentes niveles de implementación de esta metodología.
- Algunos profesionales aún se resisten al cambio ya que prefieren continuar con el uso de los métodos tradicionales.

2.1.4. SOFTWARES QUE IMPLEMENTA LA METODOLOGÍA BIM

Para la correcta implantación de la metodología BIM en obra debe realizarse de manera gradual.

Requiere de una inversión tanto en formación de los profesionales como en la tecnología.

A tenor de lo indicado se entiende por tanto que aprender a usar un nuevo software supone un doble esfuerzo, por lo que conviene saber y diferenciar muy bien qué tipo de software afecta a cada fase del proyecto y cuáles son los mejores y más utilizados.

Para el modelado BIM, por ejemplo, existe Revit (Autodesk) uno de los más asentados en el mercado para el modelado de edificación, que permite al usuario modelar con objetos paramétricos prediseñados. Su uso en BIM está consolidado y dispone de las herramientas necesarias para el modelado de diseños arquitectónicos, ingeniería y construcción de edificios.

FIGURA 2.1 SOFTWARE BIM



Fuente: (24STUDIO, 2024)

La metodología BIM (Building Information Modeling) contiene una variedad de software especializado para las distintas disciplinas dentro de la construcción y el diseño de obra. A continuación, se da un resumen de algunos software BIM más conocidos, clasificados por disciplina:

TABLA 2.1 SOFTWARE BIM POR ÁREA

SOFTWARE BIM	
Diseño y Arquitectura:	Autodesk Revit: Para modelado arquitectónico y de construcción en general.
	ArchiCAD: Herramienta BIM para arquitectos y diseñadores de interiores.
	Vectorworks Architect: Software de modelado arquitectónico y diseño.
Ingeniería Estructural:	Tekla Structures: Especializado en modelado estructural detallado.
	Robot Structural Analysis Professional: Para análisis estructurales avanzados.
Instalaciones MEP:	AutoCAD MEP: Especializado en diseño de sistemas MEP.
	MagiCAD: Complemento para Revit y AutoCAD, centrado en instalaciones MEP.
	OpenPlant: Solución para el diseño de plantas industriales y sistemas de tuberías.
Diseño de Infraestructuras:	AutoCAD Civil 3D: Para el diseño de infraestructuras civiles.
	Bentley OpenRoads: Especializado en diseño de carreteras y ferrocarriles.
Análisis y Simulación:	Navisworks: Para revisión y coordinación de modelos BIM.
	Solibri Model Checker: Herramienta de revisión y validación de modelos BIM.
Gestión de Proyectos y Colaboración:	BIM 360: Plataforma de gestión de proyectos basada en la nube de Autodesk.
	Trimble Connect: Herramienta de colaboración y gestión de proyectos BIM.

Fuente: Elaboración propia

2.1.5. BIM PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

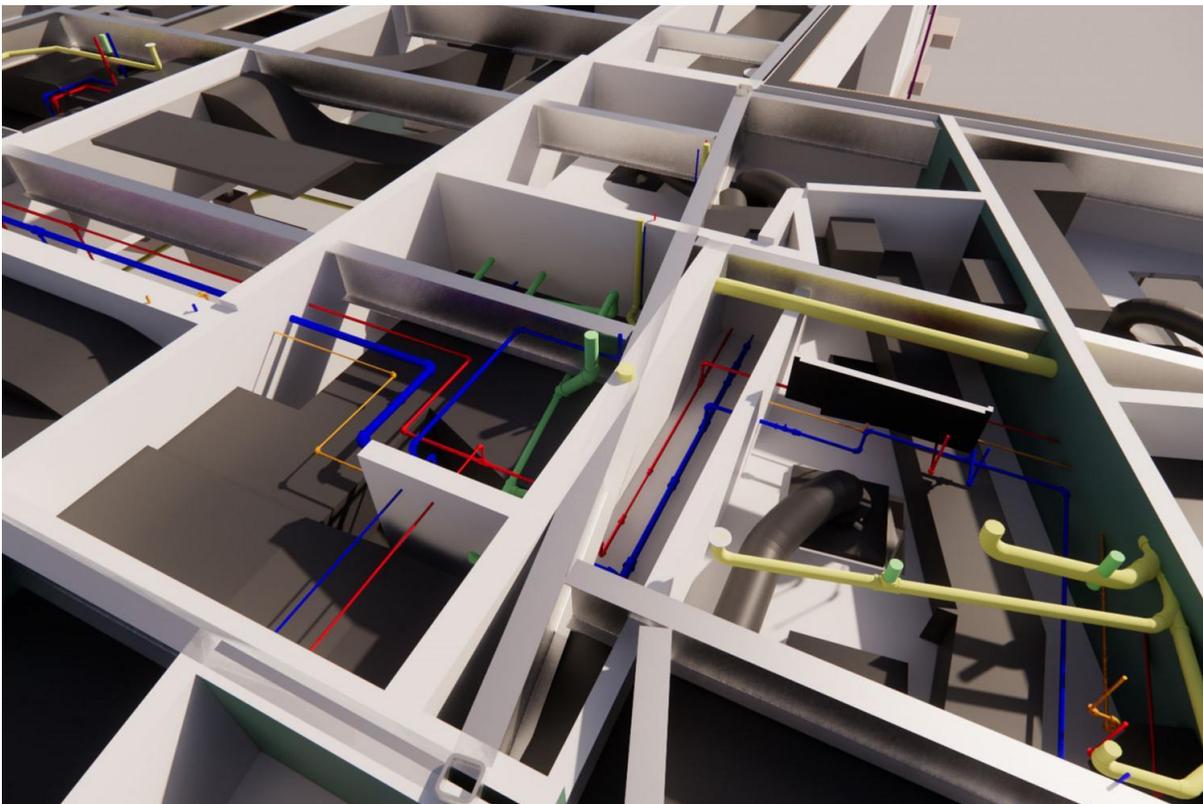
El uso de la metodología BIM en instalaciones hidrosanitarias ha resultado ser beneficioso para el diseño, la construcción de proyectos. A continuación, se detalla algunas características que ofrece BIM para esta área específica:

- BIM permite un diseño integrado de sistemas hidrosanitarios al proporcionar una vista tridimensional detallada de tuberías, accesorios entre otros. Esto ayudan en la identificación previa de posibles conflictos.
- La colaboración entre diferentes componentes involucrados en un proyecto hidrosanitario se mejora significativamente con BIM. Todas las áreas de una obra pueden trabajar de manera más coordinada, reduciendo la probabilidad de errores y mejorando la eficiencia.
- BIM también incorpora información de características del material, dimensiones, especificaciones y datos de rendimientos. Esto contribuye a una base de datos más completa y precisa.
- Algunas aplicaciones BIM permiten la simulación de flujo para los sistemas hidrosanitarios, lo que ayuda a evaluar el rendimiento de esta área y a optimizar el diseño para garantizar un funcionamiento más eficiente.
- BIM incluye información de costos permitiendo una mejor estimación y gestión de los recursos asociados con la instalación hidrosanitaria a lo largo de todas las fases de un proyecto.
- BIM facilita la documentación de mantenimiento, seguimiento de activos, contribuyendo así a la eficiencia operativa a largo plazo de un proyecto.

- BIM puede ayudar en la gestión de la información de normativas Bolivianas para instalaciones hidrosanitarias, lo que es crucial para garantizar el cumplimiento normativo y de seguridad.

Para diseñar instalaciones hidrosanitarias utilizando BIM, existen varios softwares especializados que permiten modelar de manera detallada y colaborativa estos sistemas.

FIGURA 2.2 MODELACIÓN BIM PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS



Fuente: <https://www.inesa-tech.com/blog/software-bim/>

Revit es un software de modelado BIM ampliamente utilizado. Permite la creación de modelos detallados de instalaciones hidrosanitarias, incluyendo tuberías, accesorios y otros. También podemos mencionar los siguientes softwares que se pueden utilizar específicamente en el área hidrosanitaria:

- AutoCAD Civil 3D
- PlumbingCAD
- MagiCAD
- BIM 360
- OpenPlant
- Navisworks

2.2. BIM COMO MÉTODO DE ENSEÑANZA EN UNIVERSIDADES

2.2.1. BIM COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE EN LA UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

Los procesos basados en BIM y, en resumen, lo que ello conlleva, una gestión integral del proyecto arquitectónico, han crecido de forma exponencial en las dos últimas décadas (Olivier Faubel, 2015). Un hecho diferencial lo encontramos en que los ayuntamientos han comenzado a exigir el uso de esta metodología en el proceso de creación y presentación de toda obra pública, e incluso de la privada (Oya, 2015). Por este motivo, las empresas han tenido que iniciar un cambio metodológico adaptando los despachos, sus sistemas y, por ende, la formación de su equipo. Sin embargo, los estudios que nutren principalmente al sector, como los de arquitectura o edificación, no impartían (hasta hace recientemente poco, alrededor de una década) conocimientos de metodología BIM. O bien, únicamente era una base que se utilizaba para realizar imágenes en 3D, pero no como base de datos. Esta problemática ha llevado a las universidades a plantear cambios en sus planes de estudio para que los futuros profesionales accedan al ámbito laboral con estos conocimientos (Chegu Badrinath et al., 2016)(Abbas et al., 2016)(Clevenger et al., 2010)(Luo & Wu, 2015)(Succar & Sher, 2014).

Las universidades han ido integrando BIM en sus planes de estudios. La comunidad profesional avanza de forma más rápida que la académica, por lo que la enseñanza BIM aún no está consolidada del todo. Es en este momento cuando las universidades comienzan a plantear metodologías de implementación en los grados universitarios. La complejidad recae en la cantidad de personas implicadas, los cambios pedagógicos, gestión de software, alumnos, direcciones de universidades ya que, una implementación a nivel metodológico afecta directamente a los planes de estudio y requiere un replanteamiento de los mismos

2.2.2. BIM COMO MÉTODO DE APRENDIZAJE EN LA UNIVERSIDADES BOLIVIANAS

No se ha consolidado la enseñanza la metodología BIM en las universidades de Bolivia lo cual se debe a varios factores entre el más importante se puede mencionar que los métodos tradicionales aún son útiles en los proyectos de construcción.

Una gran parte de profesionales, empresas de construcción privadas, instituciones públicas en Bolivia están en transición del uso de nuevas tecnologías. Ejemplo de ello es que todavía muchos utilizan el diseño asistido por computadora AUTOCAD como principal herramienta para el desarrollo de proyectos. Una menor parte, profesionales y empresas elaboran modelos tridimensionales con softwares BIM. En resumen, todavía no se tienen conocimientos sólidos de todo el alcance de esta metodología.

Es importante señalar que hay varios profesionales y empresas capacitadas en su mayoría empresas extranjeras que construyen proyectos de gran envergadura utilizan la metodología BIM. Y estos perfiles son los que desarrollan proyectos complejos y se posicionan a la par de otros de países más desarrollados.

Hoy en día BIM tiene mayor alcance en las fases de la planificación y diseño de proyectos. Además, se usa más la dimensión 3D (Modelado), y, en menor proporción, la dimensión 4D (Tiempo). También hay menos casos donde se aplican las dimensiones BIM 5D (Coste) y 6D (Sustentabilidad).

3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DEFICIENCIAS DEL USO DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL CAMPO PROFESIONAL DE BOLIVIA

En Bolivia aún se utilizan métodos tradicionales en la elaboración de proyectos lo cual quiere decir que los mismos aún cumplen su función, sin embargo, sería un gran avance para el rubro de la construcción el adoptar nuevas tecnologías ya que existen deficiencias a nivel profesional en la implementación de la tecnología BIM, estas carencias o faltas son causadas por:

- La falta de conocimiento sobre los beneficios de BIM y la necesidad de capacitación especializada pueden ser un obstáculo. La falta de comprensión sobre cómo BIM puede mejorar la eficiencia y la calidad en los proyectos de construcción.
- La inversión requerida para adquirir software BIM, un equipo compatible y proporcionar formación profesional puede significar un coste significativo para empresas y profesionales en Bolivia.
- La carencia de normativas y estándares específicos para la implementación de BIM en Bolivia afecta la adopción de la misma.
- La calidad de la conexión a Internet puede afectar la capacidad de implementar eficazmente BIM.
- La adopción de BIM implica modificar la forma de trabajar, y algunas empresas y profesionales pueden tener resistencia a este cambio.
- La demanda y la presión del mercado son factores importantes en la adopción de nuevas tecnologías.

Es importante mencionar que estas deficiencias también las tienen diversos países en el mundo.

La implementación de Building Information Modeling (BIM) se presenta como una herramienta que puede impulsar la calidad y competitividad en proyectos de construcción en Bolivia. La adopción de esta tecnología no solo facilita la toma de decisiones y la detección temprana de problemas, sino que también puede contribuir al desarrollo profesional, alineándolos con las prácticas globales y fomentando la competitividad a nivel internacional.

3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico del uso de BIM implica evaluar los costos y beneficios asociados con la implementación de esta metodología en proyectos de construcción. Aquí se destacan aspectos del mismo:

COSTOS

- La adquisición de software BIM y las licencias correspondientes puede representar una inversión considerable. La implementación de BIM puede requerir equipos más potentes para manejar modelos 3D complejos.
- La formación del personal en el uso efectivo de BIM es importante. Esto puede implicar costos asociados con cursos de formación.
- Mejorar la infraestructura tecnológica para garantizar una conexión de red adecuada y el rendimiento de los equipos a utilizarse puede ser necesario.

BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL USO DE BIM:

- BIM facilita la detección temprana de errores, reduciendo la probabilidad de rehacer trabajos costosos durante la construcción.

- La capacidad de probar y optimizar diseños puede resultar en proyectos más eficientes y con menor coste.
- La colaboración mejorada entre diferentes áreas puede reducir los tiempos de revisión y acelerar el proceso en la toma de decisiones, ahorrando costos producidos por retrasos.
- BIM permite estimaciones de costos más precisas (cantidad de materiales).
- La generación automática de documentación a partir del modelo BIM puede ahorrar tiempo y reducir costos de la elaboración manual de planos y resumen de materiales.

3.3. IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN BOLIVIA

3.3.1. ANÁLISIS DE ENCUESTAS

Se realizó una encuesta utilizando la herramienta Google Forms dirigida a profesionales de la carrera de Ingeniería Civil de diferentes Universidades entre las cuales participaron profesionales de la Universidad Mayor de San Andrés, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y Univalle.

PREGUNTA NRO. 1

¿Cuánto tiempo de experiencia laboral tienes?

La respuesta de esta pregunta se agrupó en 3 posibles respuestas las cuales se detallan a continuación:

- Menor a 1 año 34.8%
- Entre 1 y 3 años 43.5%
- Mas de 3 años 21.7%

Podemos ver que de los 23 profesionales encuestados la mayor parte cuenta con una experiencia laboral mayor a 1 año lo cual indica que cuentan con un tiempo prudente para identificar como la metodología BIM a influido a lo largo de su trayecto laboral.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 2

¿Conoces sobre la metodología BIM? Si la respuesta es No puedes saltarte a la pregunta 10.

La respuesta a esta incógnita dio que de todos los encuestados un 87% conoce sobre la metodología BIM esto indica que la mayoría tiene conocimiento del tema en cuestión.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 3

¿Obtuviste enseñanza sobre esta metodología en tu Universidad?

De las 23 respuestas una gran mayoría indicó que No recibieron enseñanza de BIM en la etapa universitaria marcando este dato con un 90.5%.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 4

¿Dónde y como aprendiste a usar esta herramienta?

Las respuestas de esta pregunta eran para desarrollarlas de las cuales podemos rescatar que una pequeña parte aprendió en sus fuentes laborales seguido de un grupo algo más numeroso los

cuales aprendieron por cuenta propia mediante videos de internet y finalmente la mayoría optó por tomar cursos específicos de esta metodología. Abe mencionar también que existe 1 profesional el cual aprendió en la etapa universitaria.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 5

¿Usted ha usado esta herramienta en su trabajo?

Las respuestas indican que un 57.1% de los encuestados han utilizado esta metodología en sus fuentes laborales mientras que el restante no ha tenido esa necesidad.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 6

¿Cuáles cree que son las ventajas y las desventajas del uso de la metodología BIM?

Podemos rescatar que entre las ventajas se mencionan: mas eficiencia, modelos 3D detallados, coordinación entre equipos de trabajo, reducción de errores, optimización de tiempos de construcción, mejor coordinación entre distintas áreas involucradas, prevención de errores de ejecución, optimización de recursos.

Las desventajas del uso de esta metodología fueron descritas como: requerimiento de profesionales capacitados, falta de conocimiento en nuestro medio, la accesibilidad al uso de esta metodología puede resultar compleja, no es muy conocido en le entorno laboral, alto costo de las licencias de los programas.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 7

¿Cuáles cree que son las deficiencias que tienen los profesionales para integrar la Metodología BIM en el campo laboral?

Los profesionales describen que entre las deficiencias están la falta de conocimiento sobre el uso de BIM, falta de normativas y exigencias en nuestro país, faltas de capacitaciones, costos de licencias, resistencia al cambio de los métodos de trabajo tradicionales y por último y más destacable la falta de interés lo cual parte de cada profesional.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

PREGUNTA NRO. 8

¿Cuáles herramientas o softwares consideras indispensables en el ejercicio de la profesión de Ing. Civil?

Los profesionales encuestados nombraron: Revit, Naviswork, Autocad, civil 3D, Project, Excel, Sap 2000, Cypecad, ArcGis, Etab, Prescom, Quark, Ram Elements.

Cabe mencionar que varios programas señalados cumplen necesidades específicas en cuanto a presupuestos, diseño, dibujo o modelado y varios profesionales señalaron herramientas que pertenecen a la metodología BIM como indispensables en sus fuentes laborales.

El esquema de las respuestas obtenidas por Google Forms se encuentra en Anexos.

3.3.2. ANÁLISIS DE PENSUM DE UNIVERSIDADES DE LA CIUDAD DE LA PAZ

Se realizó la revisión del pensum de la carrera de Ingeniería Civil de 3 Universidades: Universidad Mayor de San Andrés, Escuela Militar de Ingeniería, Universidad Privada de Bolivia. El detalle de plan de estudios de cada Universidad se adjunta en Anexos.

- **Universidad Mayor de San Andrés**

Se evidenció que en el pensum de la Universidad estatal de la ciudad de La Paz no se consideró relevante tener una materia exclusiva de BIM.

- **Escuela Militar de Ingeniería**

Se verificó que esta Institución no consideró añadir una materia exclusiva de BIM a su plan de estudios.

- **Universidad Privada de Bolivia**

Se revisó el pensum de esta Universidad Privada y se verificó que no hay una materia exclusiva de BIM en su plan de estudios.

4. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Mediante el trabajo realizado se ha podido obtener los siguientes resultados:

- Las deficiencias o carencias para que los profesionales implementen BIM se debe a varios factores principalmente podemos rescatar que los métodos tradicionales aún cumplen con su función por lo cual no ha sido indispensable adoptar nuevas tecnologías, también es importante mencionar que parte de cada profesional el capacitarse sobre nuevas tecnologías que puedan ayudar a desempeñarse de mejor manera en sus fuentes laborales.
- Otras causas para las deficiencias en la adopción de BIM se deben al factor económico pues se debe invertir en licencias de programas, equipos compatibles para los programas y capacitación de profesionales. También podemos mencionar que no existe una normativa o exigencia en Bolivia para utilizar BIM. Otra causa importante es que las universidades no ven necesario el implementar BIM en el plan de estudios.
- Si bien BIM puede ofrecer buenas ventajas en la optimización de procesos constructivos el adoptar esta tecnología puede no ser tan sencillo pues se requiere analizar varios factores entre los más importantes el económico.
- Bim puede significar una gran ayuda en la rama de instalaciones hidrosanitarias permitiendo evitar que tramos se crucen, permitiendo tener un control de cantidades de material más certero y dando una visión tridimensional lo cual ayuda al momento de ejecutar los trabajos en obra.
- Se realizó una encuesta a 23 profesionales los cuales responden sobre la experiencia que tienen con BIM. Varios de ellos no recibieron educación universitaria sobre esta metodología, pero si se dieron formas para aprender de la misma. Si bien los ingenieros

identifican las ventajas de BIM esto no significa que esta metodología sea indispensable para desempeñarse como profesionales. Los profesionales identifican que existen deficiencias para la adopción del uso de BIM partiendo desde sus propias experiencias. Varios de los ingenieros describen que si utilizan BIM como también otros softwares tradicionales.

Analizar las deficiencias del campo profesional para llevar a cabo los procesos de integración BIM en instalaciones hidrosanitarias en Bolivia.

- Analizar las causas de las deficiencias del uso de Bim en el campo profesional de Bolivia
- Identificar las ventajas y desventajas ofrece la metodología BIM
- Describir la utilidad de BIM en la rama de Instalaciones Hidrosanitarias.
- Analizar los factores económicos de BIM
- Identificar mediante una encuesta si los profesionales utilizan BIM en sus fuentes laborales y si los mismos tienen conocimiento de las deficiencias en la integración de esta tecnología.

4.2. RECOMENDACIONES

A continuación, se describen las recomendaciones consideradas del trabajo:

- Se ha logrado identificar varias ventajas que ofrece BIM en los procesos constructivos por ello sería acertado proponer un plan de estudios para las universidades considerando adoptar esta metodología.
- Si bien tenemos normativas constructivas para el área de instalaciones hidrosanitarias es considerable actualizarlas a la par de normativas extranjeras para que nuestros profesionales sean más competitivos.

- Es muy importante considerar la colaboración estrecha entre universidades y la industria de la construcción.
- Establecer programas académicos que se adopten con las demandas del mercado y que integren las nuevas tecnologías que contribuyan al desarrollo del rubro de la construcción.

5. BIBLIOGRAFÍA

24STUDIO. (2024). *Los softwares más utilizados en la Metodología BIM*. Obtenido de <https://24studiolab.com/bim/los-softwares-mas-usados-en-la-metodologia-bim/>

Alcala, C. (2017). *OPTIMIZACION DE LOS COSTOS EN VIGAS DE HORMIGON ARMADO UN ANALISIS MATEMATICO EN FLEXION PURA PARA UN PROCESO DE DISEÑO MAS COMPACTO*. chuquisaca.

Almendros, T. (8 de abril de 2022). *DIARIO CADIZ*. Obtenido de PUERTO ABANDONA TRABAJOS: https://www.diariodecadiz.es/elpuerto/empresa-Museo-Cargadores-abandona-trabajos_0_1672633522.html

Arroyo, R. (19 de febrero de 2020). *expansion*. Obtenido de diez empresas constructorasafrota disolucion: <https://www.expansion.com/empresas/inmobiliario/2020/02/19/5e4c5706e5fdea607e8b4586.html>

COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM. (2016). *COMISIÓN INTERMINISTERIAL BIM*. Obtenido de <https://cibim.mitma.es/contacto>

6. ANEXOS

FIGURA 6.6.1 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 1 DE ENCUESTA

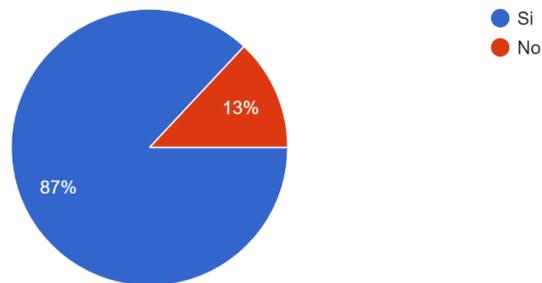


Fuente: Google Forms

FIGURA 6.2 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 2 DE ENCUESTA

¿Conoces sobre la metodología BIM? Si tu respuesta es NO puedes saltarte a la pregunta 10.

puestas

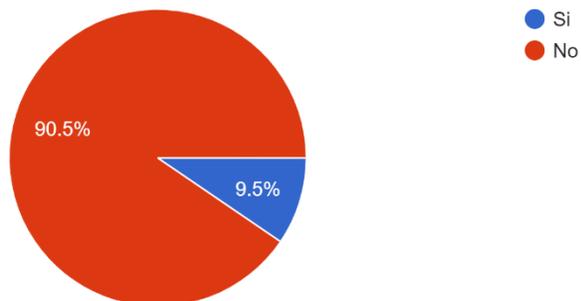


Fuente: Google Forms

FIGURA 6.3 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 3 DE ENCUESTA

¿Obtuviste enseñanza sobre esta metodología en tu Universidad?

puestas



Fuente: Google Forms

FIGURA 6.4 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 4 DE ENCUESTA

6. ¿Dónde y cómo aprendiste a usar de esta herramienta?

20 respuestas

Escuela de Construcción Digital

En mi proyecto de grado, mediante cursos y seminarios

Cursos en internet

Cursos en línea

Conozco algunas aplicaciones en base a tutoriales

Master

En el trabajo, mediante tutoriales en internet.

Cómo aplicación en materias de la universidad

Cuenta propia

Después de la U. Tomando unos cursos

SN

.

En el trabajo

Cursos externos

Cursos en línea

Cursos en plataformas, generando modelos de viviendas

Autoaprendizaje, buscando información en internet

Youtube

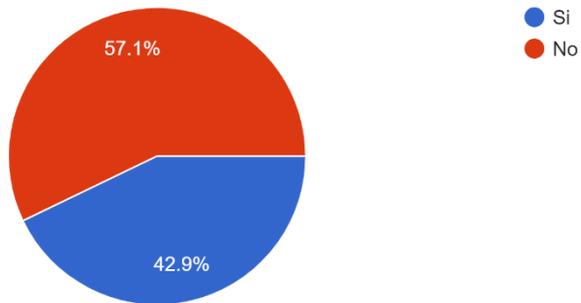
En institutos, mediante cursos de capacitación

La metodología BIM no es una herramienta como tal, es un conjunto de herramientas que siguen la metodología de entorno colaborativo.

Fuente: Google Forms

FIGURA 6.5 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 5 DE ENCUESTA

¿Usted ha usado o usa esta herramienta en su trabajo?
respuestas



Fuente: Google Forms

FIGURA 6.6 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 6 DE ENCUESTA

¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas del uso de la metodología BIM?
respuestas

Ahorro de tiempo y mayor precisión
Mayor manejo del proyecto, mejor automatización, mejor seguimiento de la obra y las desventajas son que aún no se entrelazan con algunos programas
Ventajas: puedes ver cómo quedará el modelo final Desventaja: necesita un equipo con bastante potencia
Tiene ventajas en la planeación del proyecto y una desventaja es la poca implementación en el país
Mayor control y seguimiento en gerencia de proyectos
Ventaja. Orden y coherencia de la información en todas las áreas y procesos de la construcción Desventaja. Variedad de herramientas
La eficiencia y el trabajo colaborativo

. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas del uso de la metodología BIM?

) respuestas

Ventajas: Mejor interfaz, mayor campo de aplicación
Desventaja: no tan accesible y no tan conocido en el campo laboral en general.

Ventajas
- Reducción de tiempos
- Mejor coordinación entre equipos
- Óptimo para proyectos medianos a grandes

Desventajas
- Alto costo de las licencias de los programas
- Difícil para profesionales acostumbrados a otras metodologías de trabajo.
- Interoperabilidad entre aplicaciones de diferentes plataformas
- Muy complicado para proyectos pequeños
- Enfocado principalmente a proyectos estructurales

La ventaja es que la metodología facilita en la parte ejecutoria de cualquier obra. Y la desventaja que tiene un presupuesto alto.

Modelos 3D más detallados

.

Ventaja: más eficiente
Desventaja: ninguna

Desventajas que no enseñan en la U

Una ventaja es la coordinación mejorada entre equipos, lo que reduce errores y conflictos. Sin embargo, puede ser costoso implementarlo y requiere capacitación especializada.

Generación de cómputos métricos, la vinculación con los planos hidrosanitarios, eléctricos, gas en etc

Ventajas: Obtener mejores tiempos en construcción, dando mayor importancia al diseño del proyecto realizando una mejorada coordinación en las diferentes disciplinas involucradas, y mayor ahorro en gastos no contemplados por cambios que se presentan en obra debido a una mala coordinación de especialidades

Desventajas: Se debe dar mayor tiempo en el proceso de diseño y viendo el entorno bajo el cual se realiza los proyectos se debe tener una buena coordinación de trabajo para obtener un tiempo óptimo en el diseño de especialidades involucradas en el proyecto

Tiempo

Ventajas, que se puede realizar un trabajo colaborativo y desventaja, que se requiere que todos los involucrados del proyecto estén capacitados

Las ventajas son ahorro de tiempo, seguimiento en tiempo real, etc. Desventajas son falta de conocimiento técnico al respecto.

Fuente: Google Forms

FIGURA 6.7 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 7 DE ENCUESTA

¿Cuáles cree que son las deficiencias que tienen los profesionales para integrar la Metodología BIM en el campo laboral?

10 respuestas

Integración entre distintas áreas
Falta de conocimiento y confundir que es la "Metodología BIM" y que es el uso de "Herramientas BIM"
Falta de conocimiento sobre el uso del BIM
Falta de normativas y exigencias en el país que permitan una implementación adecuada de la metodología
Limitaciones en el equipo, falta de capacitación y costo de la licencia
Resistencia al cambio en la manera de trabajar
Los requerimientos de sistemas actualizados y la falta de capacitación
Falta de curiosidad e interés.
El costo de inversión en software original es muy alto para mypes en la construcción.
La deficiencia solo sería si el profesional no quisiera usar ese método.
Miedo a la salida de la zona de confort al usar otros métodos
Falta de conocimiento
Usar programas
falta de capacitación adecuada
Contar con una cuenta oficial y pagada
Habituar a las nuevas tecnologías de trabajo, y una deficiencia en la coordinación
Oportunidad
La principal, que para implementar esta metodología todos lo profesionales deben estar capacitados, sin embargo eso no sucede
Equipos computacionales no adecuados para las exigencias en software y Hardware, Falta de capacitación, etc.

Fuente: Google Forms

FIGURA 6.8 RESPUESTA DE PREGUNTA NRO. 8 DE ENCUESTA

10. ¿Cuáles herramientas o softwares consideras indispensables en el ejercicio de la profesión de Ing. Civil?

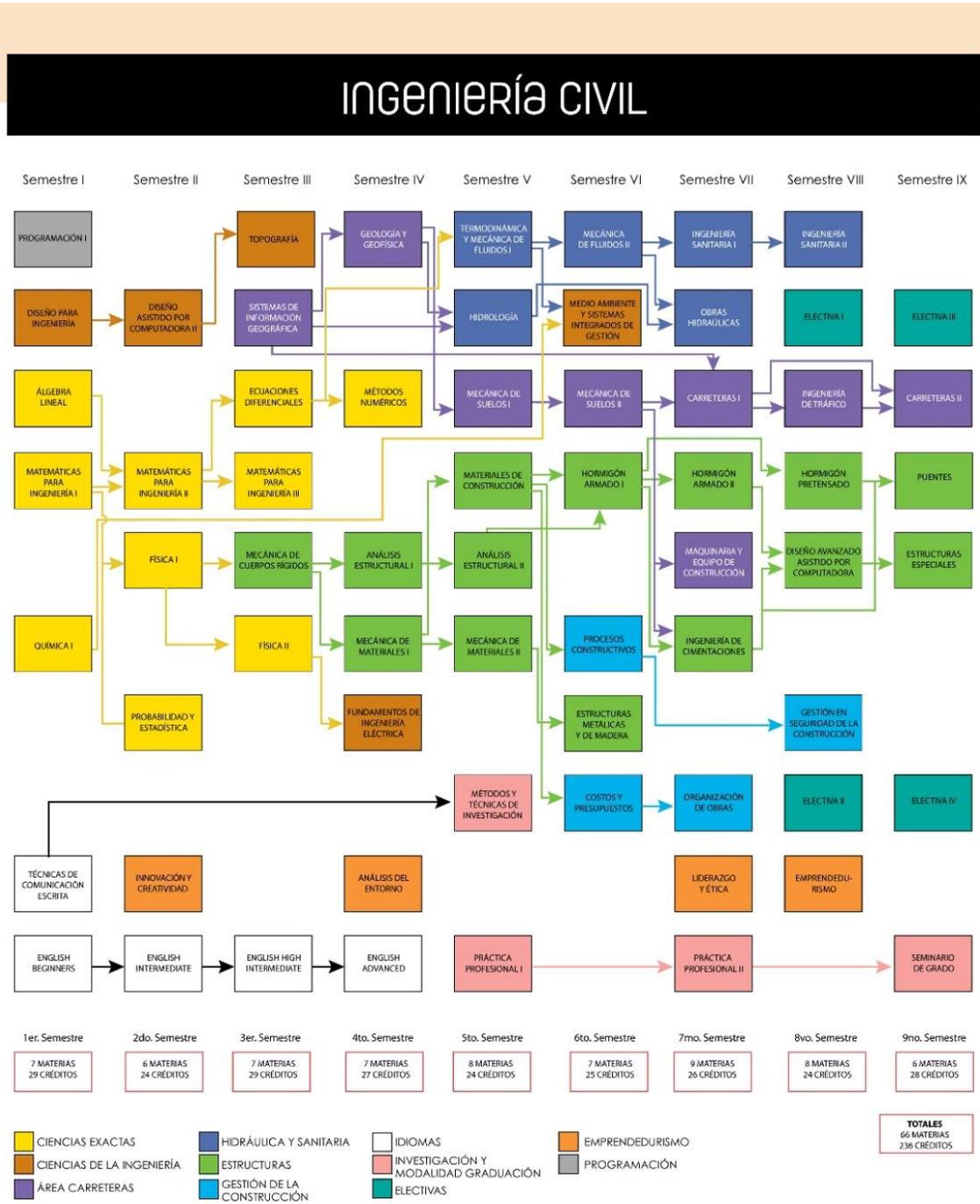
23 respuestas

Revit, Autocad, Civil 3D
Todo lo relacionado a Autodesk y Bentley, por el momento (mi opinión)
AutoCAD, civil cad 3d
Ofimática, software cad y software de modelado
Revit
Revit, civil 3D, Navistwork
Revit, Civil 3D, Infracad, Shyncro, Arquimides, Presto, Project, Excel
Autocad, Revit, Civil 3D, sap2000, como herramienta un equipo que soporte estos softwares.
Civil 3D, Revit, Cypecad, Autocad, Arcgis..
Excel, AutoCAD, Revit, Watergems, HEC
Autocad, Civil 3d y ahora REVIT
Autocad
Civil 3D, Zap, Autocad, Revit.
Revit, proyect, cypecad
Civil 3D, Revit, Cypecad, sap 2000, etabs
MS project, Autocad, sap, revit
Robot structural, prescom, quark, excel avanzado, ARCGIS, AUTOCAD, CIVIL 3D, REVIT
Softwares de Modelado: Revit, OpenBuildings Designer Softwares de Diseño: Sap2000, Cypecad, Ram Elements, etc Softwares de Coordinación y Simulación Constructiva: Navisworks, Synchro 4D Softwares para Presupuestos y Cronogramas: Quark, Prescom, Arquimedes
Revit
SAP 2000, civil 3D, Cype Cad, Revit, Prescom, quark, proyect.
Dependiendo de la especialización que cada profesional tiene existen diferentes programas y no se pueden mencionar todos
Civil 3d, naviswork, revit, infractores, etc
civil - Sap-REvid

Fuente: Google Forms

FIGURA 6.9 PENSUMS UNIVERSITARIOS

PENSUM CARRERA INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD PRIVADA



ELECTIVAS

CARRETERAS: Mecánica de Rocas; Túneles; Refuerzo de Pavimentos; Mantenimiento de Carreteras; Geotecnia Aplicada a Carreteras

HIDRÁULICA Y SANITARIA: Plantas de Tratamiento; Obras Hidráulicas II; Obras Hidráulicas III; Aprovechamientos Hidroeléctricos; Manejo de Recursos Hídricos; SIG para Recursos Hídricos; Evaluación del Impacto Ambiental; Energías Alternativas

ESTRUCTURAS: Estructuras Metálicas II; Dimensionamiento Avanzado de Hormigón Armado; Ondas Mecánicas; Dinámica Estructural Sísmoresistente; Puentes II; Mampostería Estructural; Patología y Refuerzo de Estructuras; Estructuras Prefabricadas; Ingeniería de Cimentaciones II. Elementos Finitos; Análisis y Diseño de Experimentos

GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN: Gestión de Proyectos en Etapa de Inversión; Construcciones Ecológicas; Procesos Constructivos II; Preparación y Evaluación de Proyectos; Administración de Proyectos; Diseño asistido por computadora III; Introducción al Derecho Empresarial



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO-CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CODIGO	MATERIA	T	P	PRE- REQUISITO
PRIMER SEMESTRE				
QMC-100	Química General	4	5	
FIS-100	Física I y Laboratorio	4	5	
MAT-101	Calculo I	3	3	
MEC -101	Dibujo I	3	3	
MAT-100	Algebra	4	3	
SEGUNDO SEMESTRE				
MAT-102	Calculo II	3	3	MAT-101; MAT - 100
FIS-102	Física II y Laboratorio	4	5	FIS-100; MAT-101
MAT-104	Geometría Descriptiva	3	3	MEC-101
CIV-268	Dibujo II (Dibujo Técnico)	3	3	MEC-101
MAT-103	Algebra Lineal y Teoría Matricial	4	2	MAT-100; MAT - 101
TERCER SEMESTRE				
MAT-207	Ecuaciones Diferenciales	4	2	MAT-102; MAT-103
FIS-200	Física III y Laboratorio	4	5	FIS-102; MAT-102
CIV-200	Estructuras Isostáticas I	4	3	FIS-102; MAT-102
CIV-213	Topografía I	4	3	CIV-268 - MAT 104
MAT-313	Análisis Vectorial y Tensorial	3	2	MAT-102; MAT-103
MAT-218	Análisis de Variable Compleja	3	2	MAT-102; MAT-103
CUARTO SEMESTRE				
CIV-201	Estructuras Isostáticas II	4	3	CIV-200; FIS-102
CIV-214	Topografía II	4	3	CIV-213; FIS-200
CIV-271	Probabilidades y Estadística	3	2	MAT-102; MAT-218
CIV-270	Electrotecnia	3	2	FIS-200; MAT-313
CIV-253	Mecánica Racional	4	2	MAT-207; MAT -301
CIV-275	Computación para Ingeniería	3	3	MAT-218
QUINTO SEMESTRE				
CIV-216	Materiales de Construcción y Laboratorio	4	3	CIV-201
CIV-202	Resistencia de Materiales I	4	3	CIV-201; MAT-207
CIV-215	Geodesia y Fotogrametría	4	2	CIV-214
CIV-229	Hidráulica I	4	2	CIV-253
CIV-249	Geología Aplicada	3	0	QMC-100
CIV-272	Ingeniería Económica	3	0	CIV-271; CIV-275
SEXTO SEMESTRE				
CIV-203	Resistencia de Materiales II	4	3	CIV-202; CIV-216
CIV-230	Hidráulica II	4	2	CIV - 229
CIV-333	Hidrología	3	1	CIV-229; CIV-249
CIV-218	Tecnología del Hormigón	3	3	CIV-216; CIV-202
CIV-219	Mecánica de Suelos y Laboratorio	3	3	CIV-202; CIV - 216
CIV-222	Carreteras I	3	2	CIV-215; CIV-272
REC-92	Recursos Naturales	3	0	CIV-272
SEPTIMO SEMESTRE				
CIV-220	Mecánica de Suelos II y Laboratorio	3	3	CIV-219; CIV - 229
CIV - 204	Estructuras Hiperestáticas I	4	3	CIV-203
CIV-238	Ingeniería Sanitaria I	4	2	CIV-230; CIV-233
CIV-325	Carreteras II	3	2	CIV-222; CIV-219
CIV-244	Estructuras de Madera	3	1	CIV-203
CJS-103	Ingeniería Legal	3	0	CIV-222



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO-CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CODIGO	MATERIA	T	P	PRE- REQUISITO
OCTAVO SEMESTRE				
CIV-205	Estructuras Hiperestáticas II	4	2	CIV-204
CIV-239	Ingeniería Sanitaria II	4	2	CIV-238; CJS-103
CIV-209	Hormigón Armado I	4	2	CIV-204; CIV-218
CIV - 250	Fundaciones	3	2	CIV-220; CIV-218
CIV-247	Maquinaria y Equipo de Construcción	3	2	CIV-325; CIV-220
CIV-376	Sistemas de Ingeniería	3	1	CIV-325
NOVENO SEMESTRE				
CIV-210	Hormigón Armado II	4	2	CIV-209; CIV - 205
CIV-332	Obras Hidráulicas	3	2	CIV-239; CIV - 209
CIV-346	Construcción de Edificios	3	2	CIV-209; CIV-239
CIV-245	Estructuras Metálicas	3	2	CIV - 205
CIV-348	Arquitectura y Planeamiento Urbano y Regional	3	0	CIV-376
CIV-248	Dirección de Obras	3	2	CIV-247; CIV - 376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION ESTRUCTURAS)				
CIV-306	Estructuras Hiperestáticas III	4	2	CIV-205
CIV-312	Puentes	3	2	CIV-210
CIV-311	Hormigón Pretensado	3	2	CIV-210
CIV-307	Estructuras Especiales	3	2	CIV-210
CIV-313	Temas Especiales de Hormigón Armado	3	2	CIV-210
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION VIAS Y TRANSPORTE)				
CIV-326	Ingeniería de Trafico	3	2	CIV-376
CIV-324	Ferrocarriles	3	2	CIV-247
CIV-327	Aeropuertos	3	2	CIV-247; CIV-348
CIV-312	Puentes	3	2	CIV-210
CIV-336	Puertos y Vías Navegables	3	2	CIV-232
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION HIDRAULICA)				
CIV-338	Hidrología Aplicada	3	2	CIV-239
CIV-339	Centrales Hidroeléctricas	3	2	CIV-332
CIV-336	Puertos y Vías Navegables	3	2	CIV-332
CIV-334	Laboratorio de Hidráulica	3	3	CIV-332
CIV-340	Temas especiales de Hidráulica	3	2	CIV-332
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION SANITARIA)				
CIV-361	Ingeniería del Medio Ambiente	3	2	CIV-239
CIV-359	Plantas de Tratamiento de Aguas Potables	3	3	CIV-332
CIV-360	Plantas de Tratamiento de Aguas Negras	3	3	CIV-332
CIV-356	Química Aplicada a la Ingeniería Sanitaria	3	3	CIV-332
CIV-358	Laboratorio de Microbiología	3	2	CIV-332
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO-CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CODIGO	MATERIA	T	P	PRE- REQUISITO
PRIMER SEMESTRE				
QMC-100	Química General	4	5	
FIS-100	Física I y Laboratorio	4	5	
MAT-101	Calculo I	3	3	
MEC -101	Dibujo I	3	3	
MAT-100	Algebra	4	3	
SEGUNDO SEMESTRE				
MAT-102	Calculo II	3	3	MAT-101; MAT - 100
FIS-102	Física II y Laboratorio	4	5	FIS-100; MAT-101
MAT-104	Geometría Descriptiva	3	3	MEC-101
CIV-268	Dibujo II (Dibujo Técnico)	3	3	MEC-101
MAT-103	Algebra Lineal y Teoría Matricial	4	2	MAT-100; MAT - 101
TERCER SEMESTRE				
MAT-207	Ecuaciones Diferenciales	4	2	MAT-102; MAT-103
FIS-200	Física III y Laboratorio	4	5	FIS-102; MAT-102
CIV-200	Estructuras Isostáticas I	4	3	FIS-102; MAT-102
CIV-213	Topografía I	4	3	CIV-268 - MAT 104
MAT-313	Análisis Vectorial y Tensorial	3	2	MAT-102; MAT-103
MAT-218	Análisis de Variable Compleja	3	2	MAT-102; MAT-103
CUARTO SEMESTRE				
CIV-201	Estructuras Isostáticas II	4	3	CIV-200; FIS-102
CIV-214	Topografía II	4	3	CIV-213; FIS-200
CIV-271	Probabilidades y Estadística	3	2	MAT-102; MAT-218
CIV-270	Electrotecnia	3	2	FIS-200; MAT-313
CIV-253	Mecánica Racional	4	2	MAT-207; MAT -301
CIV-275	Computación para Ingeniería	3	3	MAT-218
QUINTO SEMESTRE				
CIV-216	Materiales de Construcción y Laboratorio	4	3	CIV-201
CIV-202	Resistencia de Materiales I	4	3	CIV-201; MAT-207
CIV-215	Geodesia y Fotogrametría	4	2	CIV-214
CIV-229	Hidráulica I	4	2	CIV-253
CIV-249	Geología Aplicada	3	0	QMC-100
CIV-272	Ingeniería Económica	3	0	CIV-271; CIV-275
SEXTO SEMESTRE				
CIV-203	Resistencia de Materiales II	4	3	CIV-202; CIV-216
CIV-230	Hidráulica II	4	2	CIV - 229
CIV-333	Hidrología	3	1	CIV-229; CIV-249
CIV-218	Tecnología del Hormigón	3	3	CIV-216; CIV-202
CIV-219	Mecánica de Suelos y Laboratorio	3	3	CIV-202; CIV - 216
CIV-222	Carreteras I	3	2	CIV-215; CIV-272
REC-92	Recursos Naturales	3	0	CIV-272
SEPTIMO SEMESTRE				
CIV-220	Mecánica de Suelos II y Laboratorio	3	3	CIV-219; CIV - 229
CIV - 204	Estructuras Hiperestáticas I	4	3	CIV-203
CIV-238	Ingeniería Sanitaria I	4	2	CIV-230; CIV-233
CIV-325	Carreteras II	3	2	CIV-222; CIV-219
CIV-244	Estructuras de Madera	3	1	CIV-203
CJS-103	Ingeniería Legal	3	0	CIV-222



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIO-CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



CODIGO	MATERIA	T	P	PRE- REQUISITO
OCTAVO SEMESTRE				
CIV-205	Estructuras Hiperestáticas II	4	2	CIV-204
CIV-239	Ingeniería Sanitaria II	4	2	CIV-238; CJS-103
CIV-209	Hormigón Armado I	4	2	CIV-204; CIV-218
CIV - 250	Fundaciones	3	2	CIV-220; CIV-218
CIV-247	Maquinaria y Equipo de Construcción	3	2	CIV-325; CIV-220
CIV-376	Sistemas de Ingeniería	3	1	CIV-325
NOVENO SEMESTRE				
CIV-210	Hormigón Armado II	4	2	CIV-209; CIV - 205
CIV-332	Obras Hidráulicas	3	2	CIV-239; CIV - 209
CIV-346	Construcción de Edificios	3	2	CIV-209; CIV-239
CIV-245	Estructuras Metálicas	3	2	CIV - 205
CIV-348	Arquitectura y Planeamiento Urbano y Regional	3	0	CIV-376
CIV-248	Dirección de Obras	3	2	CIV-247; CIV - 376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION ESTRUCTURAS)				
CIV-306	Estructuras Hiperestáticas III	4	2	CIV-205
CIV-312	Puentes	3	2	CIV-210
CIV-311	Hormigón Pretensado	3	2	CIV-210
CIV-307	Estructuras Especiales	3	2	CIV-210
CIV-313	Temas Especiales de Hormigón Armado	3	2	CIV-210
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION VIAS Y TRANSPORTE)				
CIV-326	Ingeniería de Trafico	3	2	CIV-376
CIV-324	Ferrocarriles	3	2	CIV-247
CIV-327	Aeropuertos	3	2	CIV-247; CIV-348
CIV-312	Puentes	3	2	CIV-210
CIV-336	Puertos y Vías Navegables	3	2	CIV-232
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION HIDRAULICA)				
CIV-338	Hidrología Aplicada	3	2	CIV-239
CIV-339	Centrales Hidroeléctricas	3	2	CIV-332
CIV-336	Puertos y Vías Navegables	3	2	CIV-332
CIV-334	Laboratorio de Hidráulica	3	3	CIV-332
CIV-340	Temas especiales de Hidráulica	3	2	CIV-332
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376
DECIMO SEMESTRE (ORIENTACION SANITARIA)				
CIV-361	Ingeniería del Medio Ambiente	3	2	CIV-239
CIV-359	Plantas de Tratamiento de Aguas Potables	3	3	CIV-332
CIV-360	Plantas de Tratamiento de Aguas Negras	3	3	CIV-332
CIV-356	Química Aplicada a la Ingeniería Sanitaria	3	3	CIV-332
CIV-358	Laboratorio de Microbiología	3	2	CIV-332
CIV-315	Formulación y Evaluación de Proyectos	3	2	CIV-376