



Estructuración de Contenido Maestro para un Programa de Educación Continua enfocado a Sostenibilidad y Metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a Proyectos de Edificación.

Cynthia Yustin García Valencia

Trabajo de grado de maestría presentado para optar al título de Magíster en Sostenibilidad

Director

Yuber Alberto Nope Bernal, Doctor (PhD) en Arquitectura y Urbanismo

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Maestría en Sostenibilidad

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1. Planteamiento del problema.....	11
2. Justificación	12
3. Objetivos	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Marco Referencial.....	14
4.1. Marco Conceptual	14
4.2. Marco Normativo	17
4.2.1. Política de Gestión Ambiental Urbana.....	17
4.2.2. Criterios Ambientales para el Diseño y Construcción de Vivienda Urbana	18
4.2.3. Resolución No. 0549 de 2015	18
4.2.4. Serie ISO 19650	18
4.2.5. Norma Técnica Colombiana No. 6112 de 2016.....	19
4.2.6. Documento CONPES 3919 de 2018	19
4.2.7. ISO 15392:2019	19
4.2.8. Resolución No. 0441 de 2020	19
4.2.9. Decreto No. 1330 de 2019.....	20
4.3. Estado del Arte	20
4.3.1. Diseño Sostenible en Proyectos de Construcción	20
4.3.2. Sostenibilidad – Componente Ambiental en Proyectos de Construcción	21
4.3.3. Sostenibilidad – Componente Social en Proyectos de Construcción	21
4.3.4. Sostenibilidad – Componente Económico en Proyectos de Construcción.....	22
4.3.5. Metodología BIM como sostenibilidad.....	22
4.3.6. Oferta académica.....	23
4.3.7. Análisis.....	24
5. Metodología.....	26

5.1.	Fases del Trabajo.....	26
5.1.1.	Fase 1.....	26
5.1.2.	Fase 2.....	26
5.1.3.	Fase 3.....	27
6.	Desarrollo.....	32
6.1.	Fase 1. Caracterizar los programas académicos.....	32
6.1.1.	Pregrado.....	32
6.1.2.	Posgrado.....	34
6.1.2.1.	Especialización.....	34
6.1.2.2.	Maestría.....	35
6.1.2.3.	Máster.....	36
6.1.3.	Educación continua.....	37
6.1.3.1.	Diplomados.....	37
6.1.4.	Análisis de resultados.....	52
6.2.	Fase 2. Categorizar los contenidos.....	53
6.2.1.	Revisión Bibliográfica.....	53
6.2.2.	Análisis de pertinencia de contenidos y vacíos académicos.....	59
6.2.3.	Evaluación de la pertinencia de los contenidos actuales de los programas académicos.....	64
6.2.4.	Identificación de vacíos existentes.....	65
6.2.5.	Propuesta de los contenidos para el diplomado enfocado a sostenibilidad y metodología BIM aplicado a proyectos de edificación.....	66
6.3.	Fase 3. Definir los lineamientos y alcances programáticos.....	70
7.	Resultados.....	73
7.1.	Resultados del objetivo 1: Caracterización de programas académicos en construcción sostenible y BIM.....	73
7.1.1.	Análisis de la oferta académica.....	73
7.1.2.	Cuadros resumen de la oferta académica.....	73
7.2.	Resultados del objetivo 2: Categorización de contenidos en BIM y construcción sostenible.....	73
7.2.1.	Identificación de vacíos y fortalezas.....	73

7.2.2.	Propuesta de contenidos para el diplomado	73
7.3.	Resultados del objetivo 3: Definición de lineamientos para el diplomado.	75
7.3.1.	Consolidación de silabo	75
7.3.2.	Consolidación del documento maestro.....	75
7.3.3.	Validación por expertos.....	75
8.	Conclusiones	76
9.	Referencias.....	77
Anexos	86

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción de la metodología de trabajo.....	28
Tabla 2. Cronograma de trabajo.....	31
Tabla 3. Programas de Pregrado.....	33
Tabla 4. Programas de Posgrado – Especialización.....	34
Tabla 5. Programas de Posgrado – Maestría.....	35
Tabla 6. Programas de Posgrado – Máster.....	36
Tabla 7. Programas de Educación Continua – Diplomados – Metodología BIM.....	37
Tabla 8. Programas de Educación Continua – Diplomados – Construcción Sostenible.....	38
Tabla 9. Ficha de Lista de Chequeo – Matriz Pregrado.....	39
Tabla 10. Ficha de Lista de Chequeo – Matriz Posgrados.....	40
Tabla 11. Ficha de Lista de Chequeo – Matriz educación continua – Contenidos BIM.....	40
Tabla 12. Ficha de Lista de Chequeo – Matriz educación continua – Contenidos Construcción Sostenible.....	41

Lista de figuras

Figura 1. Mapa mental de la metodología de trabajo	30
Figura 2. Pregrados - Contenidos Sostenibilidad – BIM.	42
Figura 3. Posgrados - Contenidos Sostenibilidad – BIM	43
Figura 4. Diplomados – BIM.	44
Figura 5. Diplomados – Sostenibilidad.	46
Figura 6. Universidad San Buenaventura - Diplomado Online en Construcciones Sostenibles....	51
Figura 7. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - Diplomado construcción sostenible: Sostenibilidad Integral aplicada a la Industria de la construcción.	51

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ACOFI	Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.
ACV	Análisis de Ciclo de Vida.
BIM	Building Information Modeling.
CAMACOL	Cámara Colombiana de la Construcción.
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DGNB Council	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen German Sustainable Building
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
IPD	Ciclo de vida integrado.
ISO	International Organization for Standardization
MEN	Ministerio de Educación Nacional.
NTC	Norma Técnica Colombiana.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
SAC	Sello ambiental colombiano.

Resumen

La carencia de programas de educación continua que integren la metodología Building Information Modeling (en adelante BIM) y la sostenibilidad para profesionales de la construcción, está limitando el desarrollo de proyectos eficaces y exacerbando problemas de impacto ambiental, social y económico. Esta tesis tiene como objetivo formular una estrategia educativa, en modalidad virtual, que integre de manera efectiva los aspectos de sostenibilidad con la metodología BIM, específicamente orientada al diseño y gestión de proyectos de edificaciones. A través de este enfoque, se busca mejorar la capacitación de los profesionales del sector, promoviendo prácticas más responsables y eficientes. Como producto final, se presentará un documento maestro que detalle los lineamientos y alcances programáticos necesarios para la implementación de esta oferta académica.

Palabras clave: BIM, edificaciones, educación continua, sostenibilidad.

Abstract

The lack of continuing education programs that integrate BIM methodology and sustainability for construction professionals is hindering the development of effective projects and exacerbating environmental, social, and economic impact issues. This thesis aims to formulate an educational strategy, delivered virtually, that effectively integrates sustainability aspects with BIM methodology, specifically targeted at the design and management of infrastructure projects. Through this approach, the goal is to enhance the training of professionals in the sector, promoting more responsible and efficient practices. The final product will be a master document detailing the programmatic guidelines and scope necessary for the implementation of this academic offering.

Keywords: BIM, buildings, continuing education, sustainability.

Introducción

En la actualidad, el sector de la construcción enfrenta desafíos significativos que demandan una transformación profunda en sus prácticas tradicionales. La sostenibilidad, entendida como el equilibrio entre las dimensiones ambiental, social y económica, se ha convertido en un pilar esencial para el desarrollo de proyectos de edificaciones que no solo sean eficientes, sino que también sean responsables con el entorno y las futuras generaciones. En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) ha emergido como una técnica innovadora que optimiza los procesos constructivos y, al mismo tiempo, integra de manera efectiva criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos.

Es por ello que, el presente trabajo de grado se enfoca en desarrollar la propuesta y el diseño de un diplomado especializado en la integración de BIM y la sostenibilidad aplicada a la construcción. De esta manera, se busca ofrecer una alternativa de formación académica que responda a las necesidades actuales del sector, las cuales se encuentran caracterizadas por una creciente demanda de profesionales capaces de manejar herramientas tecnológicas avanzadas que, a su vez, implementen prácticas sostenibles. Por lo tanto, con esta iniciativa se pretende suplir las brechas existentes en la oferta educativa a nivel global, donde la combinación de estos dos enfoques aún no ha sido ampliamente explorada.

Para el desarrollo de esta propuesta, se realizó un análisis exhaustivo de la oferta académica existente en distintas regiones, incluyendo programas en niveles de pregrado, posgrado y educación continua. El diagnóstico determinó las fortalezas y las carencias de las alternativas actuales, en términos de integración de BIM y sostenibilidad. Dejando en evidencia, una tendencia creciente hacia la inclusión de estos temas; pero con una falta de estructura académica que permita una articulación efectiva y coherente, en especial en el ámbito de la educación continua para profesionales activos.

Con base en lo anterior, el diseño del presente diplomado se enfoca en la identificación y categorización de contenidos esenciales que deben ser abordados para una formación integral en BIM y sostenibilidad. Los cuales han sido organizados en módulos que abarcan desde los fundamentos teóricos hasta la aplicación práctica, utilizando herramientas tecnológicas como Autodesk Revit, ArchiCAD y software de simulación energética. Además, se han considerado las particularidades del sector de la construcción en diferentes contextos, lo que asegura la pertinencia y aplicabilidad de los conocimientos impartidos.

De igual manera, se ha incorporado un enfoque de mejora continua y evaluación constante, lo que garantiza la adaptación a las necesidades cambiantes del mercado y la actualización a los avances tecnológicos y metodológicos que puedan presentarse. Permitiendo que se mantenga a la vanguardia y se encuentre alineado con las tendencias vigentes, lo que mantiene la flexibilidad y la modernización como estrategias clave para asegurar la pertinencia de los programas académicos, en un mundo en constante evolución.

Ahora bien, el diplomado propuesto no solo pretende formar a profesionales técnicamente competentes, sino también fomentar un compromiso profundo con la sostenibilidad y el impacto social positivo. Lo cual se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), pues se promueve la formación de líderes que dediquen a construir un entorno más justo, equitativo y sostenible.

En esencia, este trabajo de grado representa un esfuerzo por contribuir al desarrollo de una educación más pertinente y efectiva en el campo de la construcción, respondiendo a las demandas actuales y futuras del sector. Paso fundamental en el proceso de formación de una nueva generación de profesionales, comprometidos con la innovación tecnológica y la sostenibilidad, capaces de enfrentar los desafíos globales con soluciones creativas y responsables.

1. Planteamiento del problema

Según Hossaini et al. (2015), algunas estadísticas indican que, el sector de la construcción produce la mayor cantidad de emisiones de CO₂, por delante de los sectores industrial y de transporte. Adicionalmente, los edificios utilizan entre 30 - 40% de todos los recursos naturales y el 40% del consumo energético total. Asimismo, representan entre el 45 - 60 % de los residuos generados en vertederos y son responsables de un 12-16 % del consumo de agua. En este sentido, teniendo en cuenta que los proyectos actualmente no incorporan criterios ambientales, sociales y económicos, conlleva, a que los mismos no sean sostenibles.

Es claro que, los métodos tradicionales de construcción en sus etapas tempranas de diseño no permiten el análisis de los impactos ambientales generados. Es así como no adoptar modelos de construcción que permitan crear y administrar la información de un proyecto de una manera multidisciplinar genera una alta variabilidad en costos y tiempos de ejecución, incentiva el uso de materiales de alto impacto ambiental, ocasiona patologías de humedad, crea deficiencia de iluminación y ventilación e impide la implementación de estrategias bioclimáticas, lo cual conlleva a una eficiencia energética inexistente.

Ahora bien, siendo BIM (Building Information Modeling) una metodología de trabajo colaborativo que aporta a los proyectos rentabilidad, eficiencia y sostenibilidad, adoptada a nivel nacional por medio de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026 de noviembre 2020, se realizó una verificación de la oferta académica en el país de aproximadamente 5 diplomados universitarios encaminados a la enseñanza de la misma, encontrando que, estos tienen como ejes temáticos 15% introducción, 45% de modelación, 18% de coordinación, 19% de gestión y un 3% de sostenibilidad. Sin embargo, este 3% no potencia una evaluación de los criterios de sostenibilidad en cada una de las etapas del proyecto, lo que supone, no poder explotar el potencial de la metodología BIM en cuanto a reducción de impactos, costos y tiempos.

2. Justificación

Basado en las necesidades inminentes de transformación en el sector de la construcción y con el fin de responder a las necesidades del campo productivo enmarcados en el cumplimiento de la agenda 2030 y los ODS, se hace necesaria la implementación de estrategias desde la academia, que permitan a los profesionales del ámbito mencionado, adquirir y desarrollar competencias acordes con la construcción sostenible y la innovación tecnológica.

Sin embargo, es indiscutible el impacto ambiental que genera un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida. Por esta razón, desde el Gobierno Nacional se han promovido políticas públicas enfocadas a la ejecución de proyectos de construcción sostenible, las cuales, no han sido ampliamente acogidas. Igualmente sucede con la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, que involucra beneficios y oportunidades económicas, ambientales y sociales. No obstante, la implementación de dichos modelos en las organizaciones difiere con la meta establecida a nivel gubernamental.

Se puede inferir entonces que, la falta de apropiación en ambos casos, está directamente relacionada con los vacíos que se presentan en los contenidos curriculares de los programas de pregrado, lo cual permite que la educación continua juegue un papel protagónico, porque puede responder a las necesidades de la sociedad y, en especial, de los profesionales de la construcción.

En este sentido, tras la revisión de algunos programas de educación continua representativos, se logró evidenciar que existen diplomados universitarios en modalidad presencial y virtual que abordan alguno de estos temas, en un intento de dar respuesta a la demanda actual del sector productivo. Sin embargo, no existe en Colombia un programa que logre la integración de ambas temáticas; de allí la relevancia del presente trabajo de grado, pues plantea la formulación de un diplomado en modalidad virtual, en donde, por medio de la metodología BIM se articulen y evalúen estrategias de sostenibilidad aplicadas a proyectos de construcción de edificaciones durante el ciclo de vida.

En concordancia con lo anterior, se busca que los profesionales del sector de la construcción rompan paradigmas e inicien prácticas constantes en construcciones sostenibles, bajo un modelo digital de trabajo colaborativo, con lo cual se logre una eficiencia en los mismos, producto de la reducción de impactos ambientales, costos y tiempos de ejecución.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Estructurar un diplomado en modalidad virtual que integre aspectos de sostenibilidad con la metodología BIM para el diseño y gestión de proyectos de edificaciones.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los programas a nivel de pregrado, posgrado y educación continua, que ofertan contenidos asociados a la construcción sostenible y BIM, para reconocer atributos presentes y faltantes.
- Categorizar los contenidos a nivel de construcción sostenible y procesos BIM para definir una estructura lógica académica que permita, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, la evaluación de la sostenibilidad ambiental, social y económica.
- Definir los lineamientos y alcances programáticos del diplomado para consolidar una oferta académica que integre la sostenibilidad y el uso de procesos BIM.

4. Marco Referencial

4.1.Marco Conceptual

Basados en el hecho que, este trabajo de grado responde a una oferta académica enfocada a profesionales vinculados al área de la construcción, en especial arquitectos e ingenieros, es importante profundizar y contextualizar en los contenidos curriculares de estos pregrados.

En primera instancia, es necesario comprender que la educación superior, en general, opera entorno a normativas emitidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), de allí que, con el Decreto No. 1295 de 2010, se reglamentarán las condiciones para la obtención del registro calificado de programas académicos en Colombia, haciendo énfasis en establecer una relación con el sector externo, es decir, que se impactará la sociedad mediante una vinculación con el sector productivo y un trabajo con la comunidad.

Por otro lado, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI, 1996), emite un documento de actualización y modernización curricular para programas de pregrado en Ingeniería Civil, con el objetivo de:

Desarrollar una propuesta para modernizar desde el punto de vista humanístico, social, pedagógico, curricular, investigativo y ambiental, la formación de los futuros ingenieros de tal forma que respondan a los nuevos retos de la ciencia, la tecnología, del sector productivo y la internacionalización del conocimiento y de la economía. (p. 1)

Estos lineamientos establecen puntos claves en la formación de los profesionales, entre los cuales se encuentran: “vinculación cada vez mayor entre la universidad y el sector productivo” (p. 19), “producción sostenible” (p. 20) y “una nueva cultura organizacional” (p. 20). Adicionalmente, menciona un conjunto mínimo de áreas de formación profesional de la carrera, subdividida en áreas específicas como vías y transportes, estructura, hidráulica y geotecnia (p. 27).

Con relación a lo anterior, Muñoz - La Rivera et al. (2021), destacaron la importancia de que, los profesionales de la construcción respondan de manera exitosa a los desafíos profesionales basados en la innovación de la Industria 4.0, además de alinearlos con los compromisos de los ODS, lo que les permitirá obtener resultados con un alto valor social y/o económico, respondiendo a retos de sostenibilidad y a los entornos tecnológicos futuros.

Sin embargo, después de realizar una revisión de los planes de estudio de algunos pregrados de Colombia en arquitectura e ingeniería civil, se logró evidenciar que dichos contenidos

curriculares no están respondiendo a los cambios que la sociedad actual requiere para los profesionales del sector de la construcción.

Ahora bien, según la entidad Colombia Productiva (s.f) perteneciente al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el sector de la construcción está compuesto por una cadena de cuatro grandes industrias que son: minería, materiales y elementos, construcción y comercialización, las cuales fueron priorizadas en el año 2017. Producto de ello, en el año 2019, en conjunto con el sector privado, se inicia la construcción de las hojas de ruta para acelerar su crecimiento, generando el Plan de Negocios del sector Industrias para la Construcción 2032.

No obstante, es claro que las industrias que se incluyen dentro del sector de la construcción son responsables de grandes impactos ambientales durante su ciclo de vida, tal y como lo describe Hossaini et al. (2015), es por esto que, se hace necesaria la implementación de otras medidas y planes generados por el Gobierno Nacional, con el fin de lograr una mitigación de la huella ecológica que genera el crecimiento esperado de dicho sector.

En este punto, es importante contextualizar que, a nivel mundial los Estados miembros de las Naciones Unidas, han aprobado y acordado unos objetivos de desarrollo, los cuales representan los compromisos contraídos por cada uno de los gobiernos para dar cumplimiento en un horizonte temporal. Primero, a través de la Asamblea General de Naciones Unidas (2000) mediante la Declaración del Milenio, se adoptaron los objetivos de desarrollo del Milenio, centrados en la erradicación de la pobreza, sin embargo, uno de ellos obedece a la “protección de nuestro entorno común” (p. 6), en donde, se reafirma el apoyo a los principios de desarrollo sostenible. Posteriormente, la Asamblea General de las Naciones Unidas (2015) adopta la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, por medio de la cual se establecen 17 ODS y 169 metas, las cuales “son de carácter integrado e indivisible y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental” (p. 2).

Alineado a lo anterior, organizaciones como Green Building Council España (GBCe) y Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen German Sustainable Building Council (DGNB), buscaron determinar la forma en que contribuyen los edificios a los ODS en su informe “Construir un mundo mejor”. Los resultados señalan que, los proyectos de construcción sostenible de edificios y áreas urbanas “pueden llegar a influir en hasta 15 de los 17 ODS” (p. 9), destacando 5 de estos, correspondientes a ODS 3: Salud y bienestar, ODS 7: Energía asequible y no contaminante, ODS

11: Ciudades y comunidades sostenibles, ODS 12: Producción y consumo responsables y ODS 13: Acción por el clima.

Para el caso de Colombia, como respuesta a los objetivos de desarrollo del milenio y múltiples documentos generados a partir del desarrollo de la política urbana, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008), adoptó la Política de gestión ambiental urbana. Este documento sirvió como base para que, en el año 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estableciera los criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana.

Y, actualmente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f.-a) señala que, las construcciones civiles sostenibles son aquellas que se encuentran diseñadas de forma segura, pues incluyen dentro del proceso de construcción materiales reciclables y renovables con bajos niveles de consumo de agua y energía. También porque implementan diseños de bioarquitectura y técnicas de construcción eficientes y flexibles que se adaptan a los efectos del cambio climático y tienen una vida útil mayor. Atendiendo las necesidades de sostenibilidad actuales y futuras, lo cual implica, adoptar nuevas prácticas de diseño, construcción y procesos de operación y mantenimiento con un enfoque ambiental, social y económico.

Por esta razón, con el fin de responder a la innovación tecnológica propuesta para el sector de la construcción a nivel mundial, en Colombia, el Departamento Nacional de Planeación y Financiera de Desarrollo Nacional et al. (2020), plantearon la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026, basados en que, una de las rutas claves para la prosperidad del país consiste en la modernización del sector de la construcción y la infraestructura. Su cumplimiento está enfocado en el alcance de los objetivos “de manera gradual en un horizonte de 7 años” (p. 4). Asimismo, propone beneficios y oportunidades ambientales, económicas y sociales. El propósito principal radica en la implementación “de la metodología BIM desde el sector público, para la generación de demanda y progresiva capacitación de la cadena de suministro, hasta su implementación mandataria en 2026 para proyectos de orden nacional o cofinanciados por el gobierno nacional” (p. 5).

Ahora bien, la Curva MacLeamy, desarrollada por Patrick MacLeamy (CURT, 2004, p. 4), ilustra cómo la implementación temprana de decisiones de diseño en un proyecto de construcción reduce significativamente los costos y los cambios durante su ciclo de vida. Es por ello que, al integrar metodologías como BIM, se permite una mayor colaboración y definición del diseño en las fases iniciales, lo que disminuye la necesidad de modificaciones posteriores, optimizando

recursos y mejorando la eficiencia general del proyecto. Esta curva subraya la importancia de un enfoque proactivo en el proceso constructivo.

Más que todo al comprender que, según el portal de BuildingSMART Spain (s.f.), la metodología BIM, corresponde a una técnica de trabajo colaborativo por medio de la cual se crean y gestionan los proyectos de construcción y arquitectura. Logrando que se centre toda la información del proyecto en un modelo de información digital.

El uso de la metodología va más allá de las fases de diseño, pues la gestión se extiende a lo largo del ciclo de la vida útil del proyecto, lo anterior, gracias a la evolución de los sistemas tradicionales de diseño debido a que se incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

Asimismo, desde la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, s.f.), se gestó la iniciativa de la creación de BIM Forum Colombia, quienes tienen como objetivo “promover la transformación digital del sector de la construcción en Colombia”.

A nivel Latinoamérica, en el año 2015 se crea la red denominada BIM Forum LATAM, integrada por 18 países, esto, con el fin de promover la colaboración y el trabajo asociativo entre las entidades BIM de distintos países; tiene como objetivo facilitar la internacionalización y generar instancias de coordinación y colaboración en proyectos multinacionales que utilizan sistemas BIM (BIM Forum Chile, 2017).

4.2. Marco Normativo

Es de resaltar que, a nivel internacional se han implementado gran variedad de normas con respecto a los temas mencionados a lo largo del presente trabajo, no obstante, en Colombia la normativa obligatoria ha surgido en los últimos 10 años, adicional a los documentos con lineamientos y recomendaciones. A continuación, se enuncian algunos de las más representativas:

4.2.1. Política de Gestión Ambiental Urbana

En el año 2008 en Colombia como tema prioritario de la agenda pública ambiental surge la Política de Gestión Ambiental Urbana por medio de la cual, se establecieron los lineamientos para “definir los principios e instrumentos de política pública, que [permitirían] manejar y gestionar el medio ambiente al interior del perímetro urbano de las grandes, medianas y pequeñas áreas urbanas, acorde con sus características específicas y sus problemáticas ambientales actuales” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008, p. 27).

A través, de un proceso colaborativo entre los diferentes actores, el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s.f.-b), en 2017, inició el proceso de actualización de esta política pública, con el fin de involucrar instrumentos que respondan a las necesidades actuales de los territorios e incorporar temas emergentes como la economía circular urbana, la estructura ecológica como eje esencial de un desarrollo urbano sostenible y la infraestructura verde.

4.2.2. *Criterios Ambientales para el Diseño y Construcción de Vivienda Urbana*

Para dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Política de Gestión Ambiental Urbana, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para el año 2012, emitió los criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana, los cuales, se encuentran enmarcados “en el objetivo de fortalecer la planeación sostenible e integral de las áreas urbanas, a través de una mayor comprensión de la dimensión ambiental y el desarrollo de estímulos para la construcción ambientalmente sostenible” (p. 4).

4.2.3. *Resolución No. 0549 de 2015*

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en 2015, publica la Resolución No. 0549 del 10 de julio de 2015 que reglamenta lo relacionado con parámetros y lineamientos de construcción sostenible y “adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones” (p. 1).

4.2.4. *Serie ISO 19650*

La serie ISO 19650 es un conjunto de normas de ámbito internacional que fueron elaboradas por el Subcomité Técnico ISO/TC 59/13, en estas se definen los principios y requisitos para la adquisición, uso y gestión de la información en proyectos y activos. BuildingSMART Spain (2021) elaboró una guía que permite mayor comprensión de las mismas y define su forma de aplicación con la metodología BIM durante el ciclo de vida de los proyectos, detallando componentes de la fase de desarrollo, correspondientes al diseño, construcción y puesta en servicio y la fase de operación, compuestos por la gestión de activos, operación y mantenimiento.

La serie EN ISO 19650 (BuildingSMART Spain, 2021, p. 2) está conformada por un conjunto de cinco normas:

- EN ISO 19650-1:2018 Conceptos y principios: organización y digitalización de la información para los procesos de desarrollo y gestión en el ciclo de vida de un activo de construcción.
- EN ISO 19650-2:2018 Fase de desarrollo de los activos: define los procesos de desarrollo y gestión de la información.

- EN ISO 19650-3:2020 Fase de operación de los activos.
- EN ISO 19650-4:2022 Intercambio de información.
- EN ISO 19650-5:2020 Enfoque de seguridad en la gestión de la información.

4.2.5. Norma Técnica Colombiana No. 6112 de 2016

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) en 2016, publica la Norma Técnica Colombiana (NTC) No. 6112 de 2016 “Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para diseño y construcción de edificaciones sostenibles para uso diferente a vivienda”. Por medio de la cual se establece “requisitos mínimos de sostenibilidad que incluyen aspectos ambientales, sociales y económicos para el diseño y construcción de edificaciones” (p. 1).

4.2.6. Documento CONPES 3919 de 2018

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), en marzo de 2018, elaboró el Documento CONPES 3919 de 2018 denominado Política Nacional de Edificaciones Sostenibles, en el cual se establece como objetivo general:

Impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar las condiciones de habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación. (p. 62)

4.2.7. ISO 15392:2019

La International Organization for Standardization (ISO), emitió la norma ISO 15392:2019 que corresponde a la Sostenibilidad en edificación y obra civil — Principios generales, fue elaborada por el Comité Técnico ISO/TC 59 y Subcomité Técnico ISO/TC 59/17. En ella se identifican y establecen los principios generales para la construcción de los edificios, las obras de ingeniería civil y otros tipos de obras de construcción relacionadas con el desarrollo sostenible; aplicando el ciclo de vida de los proyectos desde el inicio hasta el final de su vida útil.

4.2.8. Resolución No. 0441 de 2020

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2020), publicó la Resolución No. 0441 del 01 de septiembre de 2020, por medio de la cual:

... se fijan los lineamientos para los curadores urbanos y las autoridades municipales o distritales competentes, encargadas del estudio, trámite y expedición de licencias

urbanísticas, participantes o interesadas en participar en el plan piloto para la expedición de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva a través de medios electrónicos.
(p. 1)

Asimismo, en sus anexos incluye la guía de digitalización de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva con uso de metodología BIM.

4.2.9. Decreto No. 1330 de 2019

El Ministerio de Educación Nacional (2019), publica el Decreto No. 1330 de 2019, en donde se establece los criterios y procedimientos para la obtención del registro calificado de programas académicos en Colombia. Se enfoca en asegurar la calidad y pertinencia de la educación superior, evaluando aspectos como el currículo, infraestructura, recursos humanos y financieros, procesos académicos y administrativos, y el impacto social del programa. Igualmente, define estándares para la estructura y contenidos del plan de estudios, la cualificación del personal docente, la disponibilidad de recursos tecnológicos y bibliográficos, y el sistema de evaluación y seguimiento del rendimiento estudiantil.

4.3.Estado del Arte

Una vez revisada la literatura existente con respeto al tema de estudio, se encuentran varias temáticas relacionadas, a continuación, se expone algunos de los trabajos desarrollados.

4.3.1. Diseño Sostenible en Proyectos de Construcción

En relación con el diseño sostenible en proyectos de construcción, se encuentran los análisis realizados por Corriere y Rizzo (2012) quienes, basados en la necesidad de establecer una metodología para el diseño de carreteras sostenibles en Estados Unidos, proponen algunos criterios para el manual de sostenibilidad enfocados en los requerimientos de un proyecto. Sugieren beneficios, estándares y métodos de implementación, fundamentados en la utilización de herramientas detalladas como el análisis del ciclo de vida. Esto proporciona una guía para la evaluación y selección de estrategias destinadas a elaborar estándares de desempeño de sostenibilidad de un proyecto.

En esta misma línea, aparecen Wang y Adeli (2014); ellos, después de realizar una revisión de la literatura existente, plantean un resumen de las estrategias, en donde se mencionan los diseños de edificios sostenibles desde el punto de vista de la ingeniería estructural y, además concluyen que, el próximo avance en el diseño de edificios sostenibles debería provenir de la integración de la tecnología de estructuras inteligentes, incluido el uso de controladores de vibración híbridos y

semiactivos que pueden resultar en estructuras sustancialmente más livianas y eficientes.

Por último, se presenta el estudio de caso de Juan et al. (2016), quienes simularon que, un edificio escolar en desuso se convierte en un hospital público comunitario. Esto permitió el desarrollo de un modelo de decisión óptimo para evaluar las condiciones ambientales hospitalarias existentes y recomendar un esquema de estrategias de renovación sostenible. De esta forma, se consideraron las compensaciones entre el costo mínimo de renovación, la mejora máxima de la calidad y el bajo impacto ambiental, basándose en que la reutilización de edificios vacíos es una tendencia global y sostenible.

4.3.2. Sostenibilidad – Componente Ambiental en Proyectos de Construcción

En cuanto a la sostenibilidad como componente ambiental en proyectos de construcción, se pueden mencionar estudios como el de Hossaini et al. (2015), dado que analizaron una nueva metodología para la evaluación de edificios netos cero mediante la integración de las características regionales y la evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida. Lo anterior, teniendo claro que, los impactos del sector de la construcción se pueden reducir drásticamente mediante la implementación de un enfoque de cero neto, que corresponde a una construcción con un sistema que utiliza materiales sostenibles y produce la energía y el agua que necesita a lo largo de su ciclo de vida.

También se encuentra el artículo publicado por Yu et al. (2018), pues partieron de la necesidad de integrar la sostenibilidad con la gestión de proyectos, explorando el uso de prácticas de planificación integradas con la sostenibilidad en la gestión de proyectos de ingeniería de la construcción. De esta manera, lograron concluir que, la planificación de proyectos sostenibles combina los principios de la sostenibilidad y debe consistir en tres dimensiones: control de gestión, respuesta al riesgo y consenso de trabajo, para garantizar la construcción sostenible y predecir el éxito de este.

4.3.3. Sostenibilidad – Componente Social en Proyectos de Construcción

En el caso de la sostenibilidad como componente social en proyectos de construcción, autores como Fatourehchi y Zarghami (2020) desarrollaron un estudio para proponer un marco de evaluación que aborde la sostenibilidad social en la construcción de edificios residenciales en el contexto de Irán. Esto se debe a la escasa atención que ha recibido el concepto de sostenibilidad social, lo que ha incrementado las brechas en el proceso de toma de decisiones sostenibles. De esta manera, esta investigación puede dar luces sobre cómo otros países en desarrollo pueden adoptar

dicho marco de sostenibilidad social.

4.3.4. *Sostenibilidad – Componente Económico en Proyectos de Construcción*

Por su parte, para el concepto de sostenibilidad como componente económico en proyectos de construcción, se tiene como precedente el estudio desarrollado por Weerasinghe y Ramachandra (2018), quienes, teniendo en cuenta que son pocos los edificios con certificaciones ecológicas en Sri Lanka (atribuido a la percepción de mayores costos) realizaron un estudio comparativo de los costos del ciclo de vida de los edificios con certificación ecológica y convencionales para establecer la sostenibilidad económica. El análisis mostró que los edificios de fabricación industrial ecológicos en Sri Lanka, ofrecen un ahorro en el costo del ciclo de vida del 21% durante su vida útil en comparación con edificios convencionales.

4.3.5. *Metodología BIM como sostenibilidad*

En este apartado, se debe mencionar en primera instancia el artículo de Chong et al. (2017) dado que examinan la integración de BIM en prácticas sostenibles en la industria de la construcción. El estudio realiza una revisión crítica de la literatura existente, identificando tanto los beneficios como las barreras en la adopción de BIM para la sostenibilidad. Los autores indican que, aunque BIM tiene un potencial significativo para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental, su implementación enfrenta desafíos técnicos, económicos y organizacionales que limitan su adopción generalizada en proyectos sostenibles.

En segunda instancia, se destaca el análisis de Jiménez-Roberto et al. (2017) ya que determinaron el desempeño, en términos de sostenibilidad, de un proyecto de construcción de una edificación en Colombia, a partir de simulaciones del consumo energía eléctrica, huella de carbono por materiales y la energía incorporada total del proyecto. Esto permitió generar diseños alternativos y analizar los resultados de la viabilidad económica. Todo esto es posible gracias a que metodologías como BIM tienen una notable sinergia con la sostenibilidad.

En tercera instancia, se incluye la investigación de Nope et al. (2020), quienes, basados en las políticas energéticas y acciones contra el cambio climático, desarrollaron una metodología para el diseño de viviendas de consumo energético casi nulo (nZEB) mediante el uso de BIM en un entorno de extrema colaboración. También propusieron una técnica que optimiza los procesos relacionados con el tiempo de diseño, el nivel de desarrollo geométrico y la aplicación y evaluación de estrategias de sustentabilidad en la ciudad de Concepción Chile.

Y, por último, se incorpora el estudio desarrollado por Mohammed (2022), quien desde la

premisa de que, no existe un enfoque o modelo integrado para activar e implementar la sustentabilidad en un proyecto a lo largo de su ciclo de vida y la no implementación de BIM; formuló una metodología para gestionar la relación entre BIM y la sostenibilidad, logrando un modelo sostenible durante el ciclo de vida de un edificio, basado en indicadores de sostenibilidad relacionados con el desempeño de los aspectos del proyecto para facilitar la vinculación con las plataformas BIM.

4.3.6. Oferta académica

En el entendido que, este trabajo de grado surge de la iniciativa de ofrecer académicamente una alternativa de aprendizaje con una temática específica, es fundamental verificar el estado actual de la oferta de programas a nivel nacional en relación con diplomados (educación continua), pregrados y posgrados.

En este sentido, la revisión realizada a los diplomados que incluyen la metodología BIM a nivel nacional, ofertados por instituciones como la Pontificia Universidad Javeriana (s.f.-b), la Universidad Nacional de Colombia (s.f.-a), la Universidad Piloto de Colombia (s.f.-a), la Universidad Católica de Colombia (s.f.) y la Universidad del Norte (s.f.-a), evidencia que, la temática más presente dentro en su contenido corresponde a la modelación, seguida de una distribución relativa entre la introducción a la metodología, la coordinación y la gestión de proyectos. Asimismo, se observa que el componente de sostenibilidad no tiene presencia en las temáticas desarrolladas.

Ahora bien, desde la perspectiva de posgrados es conveniente mencionar que, el estudio se desarrolló teniendo en consideración algunas de las especializaciones y maestrías a nivel nacional e internacional encaminadas a la formación en la metodología BIM, entre las cuales se destacan: la especialización de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca en Colombia (s.f.-b), la maestría de la Universidad Tecnológica Metropolitana (s.f.-a) en Chile y el máster de la Universidad Ramon Llull (s.f.) campus La Salle en Barcelona, con titulación propia. El análisis logró evidenciar que, sus contenidos están en concordancia con las temáticas de los diplomados y no tienen una oferta clara para la implementación de sostenibilidad, excepto la especialización de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca que si lo incluye.

Igualmente, se examinaron los planes de estudio de programas de pregrado para identificar la oferta académica referente a las temáticas en BIM y sostenibilidad de esta modalidad, a nivel nacional. Por lo anterior, se revisaron los pregrados en Ingeniería Civil de universidades como:

Universidad de los Andes (s.f.), Universidad Nacional de Colombia (s.f.-b), Pontificia Universidad Javeriana (s.f.-a) y Universidad del Quindío (s.f.). Los resultados señalan que, la temática de sostenibilidad se incluye entre un 0 y 3% en la totalidad de sus créditos, sin embargo, ninguna incorpora una oferta académica relacionada con la temática de innovación tecnológica.

En concordancia con lo anterior, es interesante mencionar a Sánchez et al. (2020) quienes, en su investigación, indagan sobre las competencias que deben adquirir los profesionales con respecto a la implementación de nuevas tecnologías de coordinación en procesos de proyectos arquitectónicos y constructivos. Es así, como determinan que “los programas de Ingeniería, Arquitectura y Construcción en Colombia presentan una brecha entre los planes de estudio y las cualificaciones que requiere el sector productivo, específicamente para las metodologías de trabajo colaborativo” (p. 76).

En el mismo sentido, Sánchez et al. (2015), realizaron un artículo que incluye:

...una búsqueda de los trabajos, investigaciones y aplicaciones de la metodología de trabajo BIM (Building Information Modeling) en la industria de la construcción, los centros de investigación y la academia. El propósito es sustentar la importancia y necesidad de su inclusión en los currículos académicos como nueva tecnología para responder con innovación, creatividad y competitividad a las nuevas economías del conocimiento. (p. 88)

4.3.7. Análisis

Teniendo en cuenta que, en el desarrollo de este trabajo de grado se busca lograr una sinergia entre la metodología BIM y las estrategias de sostenibilidad aplicadas en los proyectos de arquitectura y construcción durante su ciclo de vida, se llevó a cabo la búsqueda de información de trabajos relacionados con dichas temáticas. De los cuales se puede vislumbrar la necesidad que existe en Colombia de contar con profesionales en ingeniería, arquitectura y construcción que tengan la cualificación requerida, en términos de innovación tecnológica y metodologías de trabajo colaborativo.

En consecuencia, se pudo evidenciar que, en la actualidad el sector de la construcción no ha logrado avances o cambios significativos que le permitan alcanzar la meta de proyectos más eficientes y sostenibles. Siendo la metodología BIM concebida como una estrategia para la construcción sostenible, se busca que los trabajos aquí mencionados potencialicen la implementación de estrategias y técnicas encaminadas a lograr que la sostenibilidad ambiental, social y económica sea gestionada a través de BIM por los profesionales del sector.

Ahora bien, considerando que, algunas de las fuentes bibliográficas aquí consultadas muestran cómo, a través de la metodología BIM, se pueden determinar temas como eficiencia energética, huella de carbono y energía incorporada al proyecto, e incluso se ha desarrollado una metodología para gestionar la relación entre BIM y la sostenibilidad, se pretende que esta información pueda ser incorporada a las temáticas del presente trabajo con el fin de lograr una actualización tecnológica de los profesionales del sector y, a su vez, un cambio de los paradigmas de la construcción tradicional.

5. Metodología

5.1. Fases del Trabajo

Para el desarrollo del presente trabajo, se prevé llevar a cabo tres fases, las cuales son el eje para la ejecución del mismo.

5.1.1. Fase 1.

Caracterizar los programas a nivel de pregrado, posgrado y educación continua, que ofertan contenidos asociados a la construcción sostenible y BIM, para reconocer atributos presentes y faltantes.

El propósito principal de esta fase es la identificación y reconocimiento de la oferta académica existente para los profesionales de la construcción, con la finalidad de obtener la información que permita el diagnóstico de las carencias a nivel de las necesidades actuales del sector. Para lograrlo, se realizarán las siguientes actividades:

1. Revisión de las ofertas académicas de las universidades a nivel de pregrado, posgrado (especializaciones y maestrías) y educación continua (diplomados) en las temáticas referentes a BIM y construcción sostenible. Asimismo, elaboración de cuadros resúmenes de cada nivel educativo con las principales características identificadas.
2. Elaboración de la lista de chequeo y verificación de los criterios en los programas académicos para consolidación de la información.
3. Análisis de incidencia e integración de los contenidos en BIM y construcción sostenible ofertados por los diferentes programas académicos.

5.1.2. Fase 2.

Categorizar los contenidos a nivel de construcción sostenible y procesos BIM para definir una estructura lógica académica que permita, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, la evaluación de la sostenibilidad ambiental, social y económica.

El propósito principal de esta fase es la evaluación de la pertinencia de los contenidos ofertados por los diferentes programas académicos seleccionados en la fase 1, tomando como eje el ciclo de vida de un proyecto de construcción. En este sentido, su finalidad radica en establecer la propuesta de los contenidos del diplomado. Para su desarrollo, se ejecutarán las siguientes actividades:

1. Revisión bibliográfica para la selección del ciclo de vida, así como de las temáticas de BIM y de construcción sostenible, y su aplicabilidad en el sector de la construcción.
2. Evaluación de la pertinencia de los contenidos e identificación de vacíos existentes entre la integración de las temáticas correspondientes a BIM y construcción sostenible, teniendo como eje central el ciclo de vida del proyecto.
3. Elaboración de la propuesta de los contenidos para el diplomado en sostenibilidad aplicada a proyectos de construcción de edificaciones a través de la metodología BIM.
4. Validación por parte de expertos de los contenidos propuestos.

5.1.3. Fase 3.

Definir los lineamientos y alcances programáticos del diplomado para consolidar una oferta académica que integre la sostenibilidad y el uso de procesos BIM.

El propósito principal de esta fase es la consolidación de un documento que contenga la información necesaria para una posible etapa de ejecución del diplomado. Para su ejecución, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Definición de las generalidades, unidades de competencia, resultados de aprendizaje, metodología, recursos y evaluación, con el fin de consolidar el syllabus del diplomado.
2. Elaboración de la matriz de contenidos por módulos, con la definición de la incidencia horaria y evaluativa.
3. Consolidación de un documento maestro con los lineamientos referentes a perfiles de ingreso, egreso y docentes, contenidos programáticos, metodología de trabajo, mediaciones pedagógicas y didácticas, material audiovisual, recursos de apoyo, y herramientas de software.
4. Validación por parte de expertos del documento maestro.

A continuación, en la Tabla 1. se muestra la descripción de la metodología de trabajo y en la Figura 1 el mapa mental de la metodología de trabajo

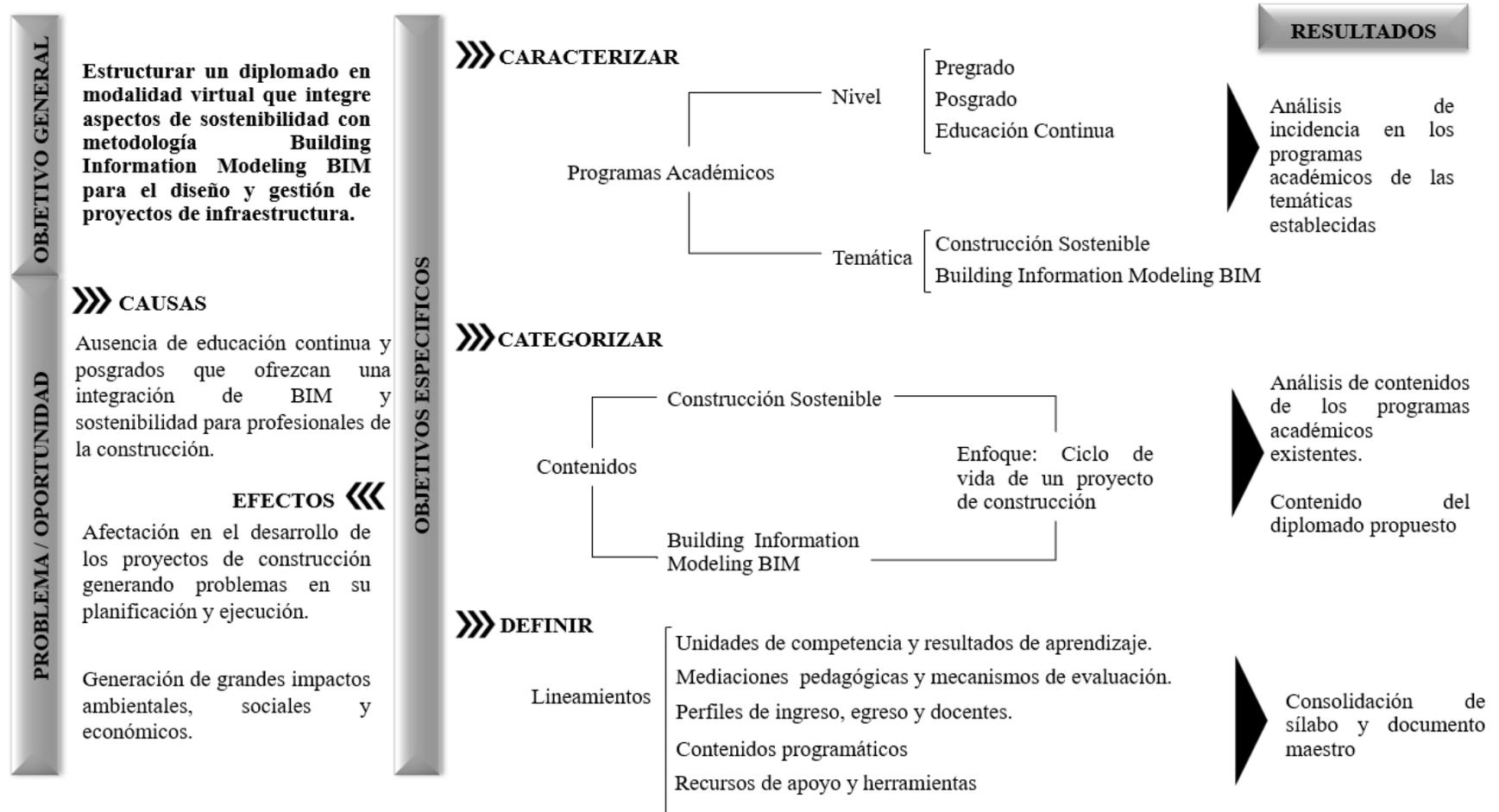
Tabla 1.*Descripción de la metodología de trabajo.*

Objetivo	Propósito	Actividades		Herramientas	Entregable
		N°	Descripción		
1 Caracterizar los programas a nivel de pregrado, posgrado y educación continua, que ofertan contenidos asociados a la construcción sostenible y BIM, para reconocer atributos presentes y faltantes.	Identificación y reconocimiento de la oferta académica existente para los profesionales de la construcción, con la finalidad de obtener la información que permita el diagnóstico de las carencias a nivel de las necesidades actuales del sector.	1	Revisión de las ofertas académicas de las universidades a nivel de pregrado, posgrado (especializaciones y maestrías) y educación continua (diplomados) en las temáticas referentes a BIM y construcción sostenible. Asimismo, elaboración de cuadros resúmenes de cada nivel educativo con sus principales características.	Oferta académica (sílabos, brochures y/o plan de estudios)	Cuadros resumen
		2	Elaboración de lista de chequeo y verificación de los criterios en los programas académicos para consolidación de la información.		Matriz resumen
		3	Análisis de incidencia e integración de los contenidos en BIM y construcción sostenible ofertados por los diferentes programas académicos.	Gráficos	Análisis de resultados
2 Categorizar los contenidos a nivel de construcción sostenible y procesos BIM para definir una estructura lógica académica que permita, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, la evaluación de la	Evaluación de la pertinencia de los contenidos ofertados por los diferentes programas académicos seleccionados en la fase 1, tomando como eje el ciclo de vida de un proyecto de	1	Revisión bibliográfica para la selección del ciclo de vida, así como de las temáticas de BIM y de construcción sostenible, y su aplicabilidad en el sector de la construcción.	Base de datos SCOPUS Mendeley	Análisis
		2	Evaluación de la pertinencia de los contenidos e identificación de vacíos existentes entre la integración de las temáticas correspondientes a BIM y construcción sostenible, teniendo como eje central el ciclo de vida del proyecto.		Análisis

Objetivo	Propósito	Actividades		Herramientas	Entregable
		N°	Descripción		
sostenibilidad ambiental, social y económica.	construcción. En este sentido, su finalidad radica en establecer la propuesta de los contenidos del diplomado.	3	Elaboración de la propuesta de los contenidos para el diplomado en sostenibilidad aplicada a proyectos de construcción de edificaciones a través de la metodología BIM.		Cuadro propuesta
		4	Validación por parte de expertos de los contenidos propuestos.		Encuesta
3 Definir los lineamientos y alcances programáticos del diplomado para consolidar una oferta académica que integre la sostenibilidad y el uso de procesos BIM.	Consolidación de un documento que contenga la información necesaria para una posible etapa de ejecución del diplomado.	1	Definición de las generalidades, unidades de competencia, resultados de aprendizaje, metodología, recursos y evaluación, con el fin de consolidar el syllabus del diplomado.		Syllabus
		2	Elaboración de la matriz de contenidos por módulos, con la definición de la incidencia horaria y evaluativa.		Matriz de intensidad horaria
		3	Consolidación de un documento maestro con los lineamientos referentes a perfiles de ingreso, egreso y docentes, contenidos programáticos, metodología de trabajo, mediaciones pedagógicas y didácticas, material audiovisual, recursos de apoyo y herramientas de software.		Documento maestro
		4	Validación por parte de expertos del documento maestro.		Consulta

Figura 1.

Mapa mental de la metodología de trabajo.



6. Desarrollo

6.1. Fase 1. Caracterizar los programas académicos

Como se ha mencionado anteriormente, la oferta académica existente en el sector de la construcción en los diferentes niveles, es la base para lograr el diagnóstico con respecto a las carencias actuales en esta industria, en especial con relación a las temáticas de construcción sostenible y adopción de la metodología BIM en Colombia. Es por ello que, para el desarrollo del presente trabajo de grado se propuso iniciar con la búsqueda de programas académicos vigentes, con el fin de que su análisis permita definir el alcance para diseñar un programa de educación continua, dirigido a los profesionales del sector de la construcción, que pueda satisfacer las necesidades actuales.

Por lo tanto, como fue planteado en la metodología, la búsqueda se realizó utilizando los medios digitales para consultar los diferentes programas académicos existentes a nivel de pregrado, posgrado (especializaciones y maestrías) y educación continua (diplomados). Lo anterior, con el propósito de obtener herramientas como sílabos, brochures y/o plan de estudios, que permitieran adquirir la información general y el contenido de estos.

Es importante aclarar que, para la formulación del problema de este trabajo, se realizó un chequeo inicial de esta información, con lo cual se logró inferir los múltiples factores que deben ser considerados y que podrían intervenir en la elección de los programas académicos a analizar. De allí que, se elaborará una lista de parámetros para cada uno de los niveles educativos, los cuales se relacionan a continuación.

6.1.1. Pregrado

Con el fin de que la información consultada con respecto a los programas de pregrados se pudiera analizar de una manera correcta y respondiera a las necesidades actuales del sector, se establecen como criterios de búsqueda los siguientes: primero, identificar la incorporación de las temáticas propuestas en los planes de estudio, es decir, construcción sostenible y metodología BIM. Segundo, que los programas pertenezcan a universidades y cuenten con el correspondiente registro calificado, adicionalmente, que se pudiesen clasificar por regiones para abarcar de una manera generalizada la oferta académica a nivel nacional. Y, tercero, la cantidad y calidad de la información disponible para cada uno de los programas consultados.

En este sentido en la Tabla 3 se enlistan los 17 programas académicos de pregrados seleccionados, con algunas de sus características generales, los cuales permiten analizar la inclusión de las temáticas propuestas.

Tabla 3.*Programas de Pregrado.*

	Institución educativa	Programa Académico	Ciudad	Modalidad	Duración
1	Universidad de los Andes	Ingeniería Civil	Bogotá	Presencial	8 semestres
2	Universidad Nacional de Colombia	Ingeniería Civil	Bogotá	Presencial	10 semestres
3	Universidad Javeriana	Ingeniería Civil	Bogotá	Presencial	8 semestres
4	Universidad Gran Colombia	Arquitectura	Bogotá	Presencial	10 semestres
5	Universidad Gran Colombia	Arquitectura	Armenia	Presencial	10 semestres
6	Universidad Pontificia Bolivariana	Ingeniería Civil	Montería	Presencial	9 semestres
7	Universidad Pontificia Bolivariana	Ingeniería Civil	Bucaramanga	Presencial	9 semestres
8	Universidad del Quindío	Ingeniería Civil	Armenia	Presencial	10 semestres
9	Universidad Gran Colombia	Ingeniería Civil	Armenia	Presencial	10 semestres
10	Corporación Universitaria Empresarial Alexander Von Humboldt	Ingeniería Civil	Armenia	Presencial	9 semestres
11	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Ingeniería Civil	Bogotá	Presencial	10 semestres
12	Universidad del Valle	Ingeniería Civil	Cali	Presencial	10 semestres
13	Universidad Autónoma de Occidente	Ingeniería Civil	Cali	Presencial	8 semestres
14	Universidad del Norte	Ingeniería Civil	Barranquilla	Presencial	10 semestres
15	Universidad de Medellín	Ingeniería Civil	Medellín	Presencial	10 semestres
16	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Construcción y Gestión en Arquitectura	Bogotá	Presencial	10 semestres
17	Universitaria Colegio Mayor de Antioquia	Construcciones Civiles	Medellín	Presencial	10 semestres

Luego de la selección, con estos insumos se elaboró el producto entregable correspondiente a la matriz resumen y se desarrolló el análisis de manera segregada para cada una de las temáticas propuestas. En esta matriz se incluyó la información correspondiente a: nombre de la universidad, ciudad en la que se oferta el programa, nombre del programa académico, modalidad y duración en semestres. Para cada tema se incorporaron los espacios académicos pertinentes y se realizaron las

valoraciones porcentuales que contemplan la totalidad de los créditos académicos. Es así como se presentan los siguientes entregables:

Anexo 1. Cuadro resumen pregrados – Contenidos Construcción Sostenible

Anexo 2. Cuadro resumen pregrados – Contenidos BIM.

6.1.2. Posgrado

Teniendo en cuenta que, el objetivo de este trabajo de grado es lograr una oferta de educación continua para los profesionales de la construcción que se encuentre enfocada en los requerimientos actuales y en el desarrollo en el sector, se contempló la búsqueda y revisión de programas de posgrado con los cuales los profesionales pudieran suplir la ausencia de estas temáticas dentro de los planes de estudios de los pregrados. En este sentido, se incluyeron programas de especializaciones y maestrías.

6.1.2.1. Especialización.

Con respecto a los posgrados tipo especialización y, con la finalidad de continuar la misma línea de consulta de los pregrados, se desarrolló la búsqueda correspondiente a las temáticas propuestas, es decir, identificar la incorporación de temáticas de construcción sostenible y metodología BIM. En este caso, solo se encontró información a nivel nacional pero muy limitada, lo cual no permitió generar criterios de selección.

En la Tabla 4 se enlistan los 2 programas académicos de especialización encontrados, con el fin de analizar la incorporación de las temáticas propuestas.

Tabla 4.

Programas de Posgrado – Especialización.

	Institución educativa	Programa Académico	Ciudad	Modalidad	Duración
1	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Especialización tecnológica en metodología BIM para el desarrollo de proyectos de la edificación	Bogotá	Presencial	2 semestre
2	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Especialización en edificación sostenible	Bogotá	Presencial	3 trimestres

Después de encontrar los programas se procedió a construir la matriz resumen como producto entregable, la cual contiene la información de ambos programas, en la que se incluye: nombre de la universidad, ciudad en la cual se oferta el programa académico, nombre del programa académico, modalidad y duración en semestres. Para cada caso se incluyeron el nombre de todos

los espacios académicos ofertados para cada semestre. Asimismo, se realizó un análisis de la integralidad de las temáticas propuestas en cada uno de los casos y, se evaluó el porcentaje, basados en la cantidad de temas que se desarrollan. Es así como se presenta el siguiente entregable:

Anexo 3. Cuadro resumen posgrados – Especializaciones.

6.1.2.2. Maestría.

Con respecto a los posgrados tipo maestría y, con la finalidad de continuar la misma línea de consulta de los pregrados y las especializaciones, se llevó a cabo la investigación explorando la incorporación de las temáticas de construcción sostenible y metodología BIM. En este caso, a nivel nacional solo se encontró información en maestrías enfocadas a construcción sostenible, por lo tanto, se amplió el campo de búsqueda a nivel de Latinoamérica, para obtener información de referencia. En este sentido, para los posgrados tipo maestría tampoco fue posible generar criterios de selección.

En la Tabla 5 se enlistan los 4 programas académicos de maestría encontrados, con el fin de analizar la incorporación de las temáticas propuestas.

Tabla 5.

Programas de Posgrado – Maestría.

	Institución educativa	Programa Académico	Ciudad	Modalidad	Duración
1	Universidad Tecnológica Metropolitana	Magíster en Tecnologías BIM	Chile	Presencial - Vespertina	4 semestres
2	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Maestría en Construcción Sostenible	Bogotá	Presencial	4 semestres
3	Pontificia Universidad Javeriana	Maestría en Hábitat Sustentable	Cali	Presencia	3 semestres
4	Universidad de la Costa	Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible	Barranquilla	Presencial	4 semestres

Una vez localizados los programas académicos se inició la construcción de la matriz resumen como producto entregable, la cual contiene la información de los programas académicos, en ella se incorporan los siguientes datos: nombre de la universidad, ciudad en la cual se oferta el programa académico, nombre del programa académico, modalidad y duración en semestres. Para cada caso se incluyeron el nombre de todos los espacios académicos y también se realizó un análisis de la integralidad de las temáticas propuestas. Es así como se presenta el siguiente entregable:

Anexo 4. Cuadro resumen posgrados – Maestría.

6.1.2.3. Máster.

Una vez revisada la información obtenida con respecto a los programas de especialización y maestría y, evidenciando la carencia que existe en la temática correspondiente a la oferta de la metodología BIM en proyectos de construcción a nivel Latinoamérica, se toma la decisión de consultar programas de posgrado a nivel internacional tipo máster con titulación propia, los cuales son ofertados en España, teniendo en cuenta el avance en la implementación de esta metodología en los países europeos.

En la Tabla 6 se enlistan los 4 programas académicos de máster con titulación propia encontrados, con el fin de analizar la incorporación de las temáticas propuestas.

Tabla 6.

Programas de Posgrado – Máster.

	Institución educativa	Programa Académico	Ciudad	Modalidad	Duración
1	Zigurat Global Institute of Technology	Máster Internacional en BIM Management	Barcelona	Presencial / Virtual	1 año
2	Zigurat Global Institute of Technology	Máster Internacional BIM Management en Ingeniería Civil y GIS	Barcelona	Presencial / Virtual	1 año
3	Universidad Politécnica de Catalunya	Máster en BIM Management. Transformación Digital y Nuevos Modelos de Negocio	Barcelona	Presencial / Virtual	1 año
4	Universidad Ramon Llull Campus La Salle	Máster en BIM Management	Barcelona	Presencial / Virtual	2 semestres

Con esta información se desarrolló la matriz resumen como producto entregable, la cual contiene los datos de los programas académicos, que incluyen: nombre de la institución educativa, ciudad en la cual se oferta el programa académico, nombre del programa académico, modalidad, duración en semestres o años. Para cada caso se incorpora el nombre de todos los espacios académicos, realizando una clasificación por tipos de temáticas, en este caso, el porcentaje que se analizó, corresponde a cada una de las temáticas dentro del programa tipo máster. Asimismo, se realizó la evaluación del contenido para sostenibilidad. Es así como se presenta el siguiente entregable:

Anexo 5. Cuadro resumen posgrados – Master.

6.1.3. Educación continua

6.1.3.1. Diplomados.

Con relación a este tipo de programas, se realizó la búsqueda a nivel nacional e internacional de alternativas de formación relacionadas, lo anterior, considerando que, el objetivo del presente trabajo de grado radica en construir un programa bajo la modalidad de educación continua, con el fin de suplir las carencias en la oferta académica de las temáticas de Construcción Sostenible y Metodología BIM para los profesionales del sector de la construcción.

Es importante mencionar que, tanto a nivel nacional como internacional, se encontró un diplomado que ofertaba las dos áreas propuestas, sin embargo, no eran abordadas de manera integral. Por lo tanto, como solo se encontró uno que articulara ambas temáticas, se procedió a iniciar la búsqueda de los temas de manera individual. Así las cosas, se tuvieron en cuenta varios criterios que permitirán una caracterización del estado actual, entre los cuales se encuentran: la idoneidad de la institución, la región en la que se oferta y la calidad de la información encontrada.

En la Tabla 7 y en la Tabla 8, se enlistan los programas de educación continua (diplomados) encontrados, relacionados con la temática de Metodología BIM y de Construcción Sostenible, respectivamente.

Tabla 7.

Programas de Educación Continua – Diplomados – Metodología BIM.

	Institución educativa	Programa Educación Continua	Ciudad	Modalidad	Duración (Horas)
1	Pontificia Universidad Javeriana	Building Information Modeling - BIM	Bogotá	Presencial / Virtual	100
2	Universidad Nacional de Colombia	Gestión BIM aplicado a proyectos de edificación	Bogotá	Virtual	120
3	Universidad Piloto de Colombia	Desarrollo de proyectos en BIM Con énfasis en Revit y Navisworks	Bogotá	Virtual	120
4	Universidad Piloto de Colombia	BIM con Revit para Arquitectura y afines	Bogotá	Virtual	120
5	Universidad Católica de Colombia	Modelado y Gerencia de Proyectos de Construcción con Implementación BIM	Bogotá	Virtual	130
6	Universidad Pontificia Bolivariana	Proyectos integrados con BIM	Medellín	Virtual	156
7	Universidad de Cataluña	BIM con Revit® para Arquitectura, Ingeniería y Afines	España / Colombia	Virtual	130

	Institución educativa	Programa Educación Continua	Ciudad	Modalidad	Duración (Horas)
8	Universidad de Chile	Modelamiento y Coordinación de Proyectos con BIM	Chile	Virtual	162
9	Universidad Anáhuac Mayab	Modelado BIM Arquitectónico	México	Distancia	120
10	Universidad del Norte	Diplomado en BIM – Implementación de Modelo Inteligente para Implementación de Gestión de Proyectos de Construcción	Barranquilla	Remota	90
11	Pontificia Universidad Javeriana	Modelación y coordinación de proyectos BIM con Autodesk Revit	Cali	Presencial	120
12	Universidad Tecnológica Metropolitana	Diploma Tecnologías Digitales para el diseño, gestión y coordinación del proyecto de arquitectura.	Chile	Vespertina - E-learning	124

Tabla 8.

Programas de Educación Continua – Diplomados – Construcción Sostenible.

	Institución educativa	Programa Educación Continua	Ciudad	Modalidad	Duración (Horas)
1	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Diplomado en construcción sostenible	Medellín	Virtual	120
2	Universidad San Buenaventura	Diplomado Online en Construcciones Sostenibles	Cali	Virtual	80
3	Universidad Autónoma del Norte	Diplomado en construcción sostenible	Cúcuta	Presencial	120
4	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	Diplomado en construcción sostenible		Virtual	114
5	Zigurat Global Institute of Technology	Diplomado en Arquitectura y Construcción Sostenible Low Carbón Green Buildings y Economía Circular	Barcelona	Virtual	12 semanas
6	Pontificia Universidad Javeriana	Alto Desempeño Ambiental en Edificaciones + BIM	Bogotá	Virtual	120
7	Tech Universidad Tecnológica	Diplomado Energía en Edificación	España	Virtual	150

Después de la selección de los programas, se continuó con el mecanismo utilizado para construir el producto entregable, que corresponde a la matriz resumen, con un análisis de manera segregada para cada una de las temáticas propuestas. En ella se incluyó la información correspondiente a: nombre de la universidad, ciudad en la cual se oferta el programa académico, nombre del programa académico, modalidad y duración en horas o semanas. Para cada caso se incorporaron los espacios académicos pertinentes y se realizó una valoración porcentual basada en la cantidad de temas desarrollados en cada uno de los módulos. Es así como se presentan los siguientes entregables:

Anexo 6. Cuadro resumen educación continua – Contenidos Construcción Sostenible

Anexo 7. Cuadro resumen educación continua – Contenidos BIM.

Después de recolectar los datos y de elaborar los cuadros resúmenes para cada uno de los programas académicos en ambas temáticas, se procedió a consolidar la información por medio de listas de chequeo; con el propósito de involucrar los datos relevantes de una manera efectiva para su respectivo análisis.

En la construcción de estas listas se contemplaron criterios generales y académicos, acorde con la información obtenida en la búsqueda inicial para cada uno de los niveles educativos. A continuación, se muestran de manera general los criterios tenidos en cuenta para cada uno de los casos:

Tabla 9.

Ficha de Lista de Chequeo – Matriz Pregrado.

Generales	Nombre de la Institución
	Nombre del programa
	Nivel educativo
	Ciudad
	Duración
	Modalidad
Académicos	Plan de estudios detallado
	Detalle de créditos académicos
	Contenido Sostenibilidad
	% Contenido Sostenibilidad
	Obligatorio

% Contenido Sostenibilidad Optativo

Contenido BIM

% Contenido BIM Obligatorio

% Contenido BIM Optativo

Tabla 10.

Ficha de Lista de Chequeo – Matriz Posgrados.

Generales	Nombre de la Institución
	Nombre del programa
	Nivel educativo
	Ciudad
	Duración
	Modalidad
Académicos	Plan de estudios detallado
	Detalle de créditos académicos
	% Contenido Sostenibilidad
	% Contenido BIM

Con respecto a los programas de educación continua tipo diplomado, se manejaron los mismos criterios generales contemplados en los niveles educativos mencionados anteriormente. Sin embargo, para los criterios académicos, se establecieron factores distintos en cada temática, teniendo en cuenta la información encontrada. En primer lugar, para los contenidos BIM se contempló el tipo de temáticas ofertadas y la consolidación de esta información se realizó por medio de los porcentajes de cada una de ellas. Y, en segundo lugar, para los contenidos en Construcción Sostenible, no fue posible realizar una agrupación y evaluación de porcentajes de las temáticas, debido a su gran variedad y homogeneidad de términos. Así las cosas, para cada una de las temáticas se construyó una matriz diferente.

Tabla 11.

Ficha de Lista de Chequeo – Matriz educación continua – Contenidos BIM.

Generales	Nombre de la Institución
	Nombre del programa
	Nivel educativo
	Ciudad

	Duración (Horas)
	Modalidad
Académicos	Plan de estudios detallado
	Detalle en horas
	Concepto -Metodología - Documentación
	Diseño
	Coordinación
	Modelación
	Gestión
	Sostenibilidad

Tabla 12.

Ficha de Lista de Chequeo – Matriz educación continua – Contenidos Construcción Sostenible

Generales	Nombre de la Institución
	Nombre del programa
	Nivel educativo
	Ciudad
	Duración (Horas)
	Modalidad
Académicos	Plan de estudios detallado
	Detalle en horas
	Introducción Sostenibilidad
	Legislación
	Eficiencia Energética
	Eficiencia Hídrica
	Energía Renovable
	Confort Térmico
	Iluminación
	Acústica
	Biofilia
	Urbanismo Sostenible
	Materiales Sostenibles
	Reutilización de Materiales de Construcción
	Análisis de Ciclo de Vida
Certificaciones Sostenibles	

Sostenibilidad Empresarial
 Financiación de Proyectos Sostenibles
 Sostenibilidad en Obra
 Rehabilitación de estructuras
 Diseño / Tipos de Edificación
 BIM

En consecuencia, se presentan como entregables las matrices resúmenes para cada uno de los niveles académicos debidamente diligenciadas, así:

Anexo 8. Matriz resumen pregrados.

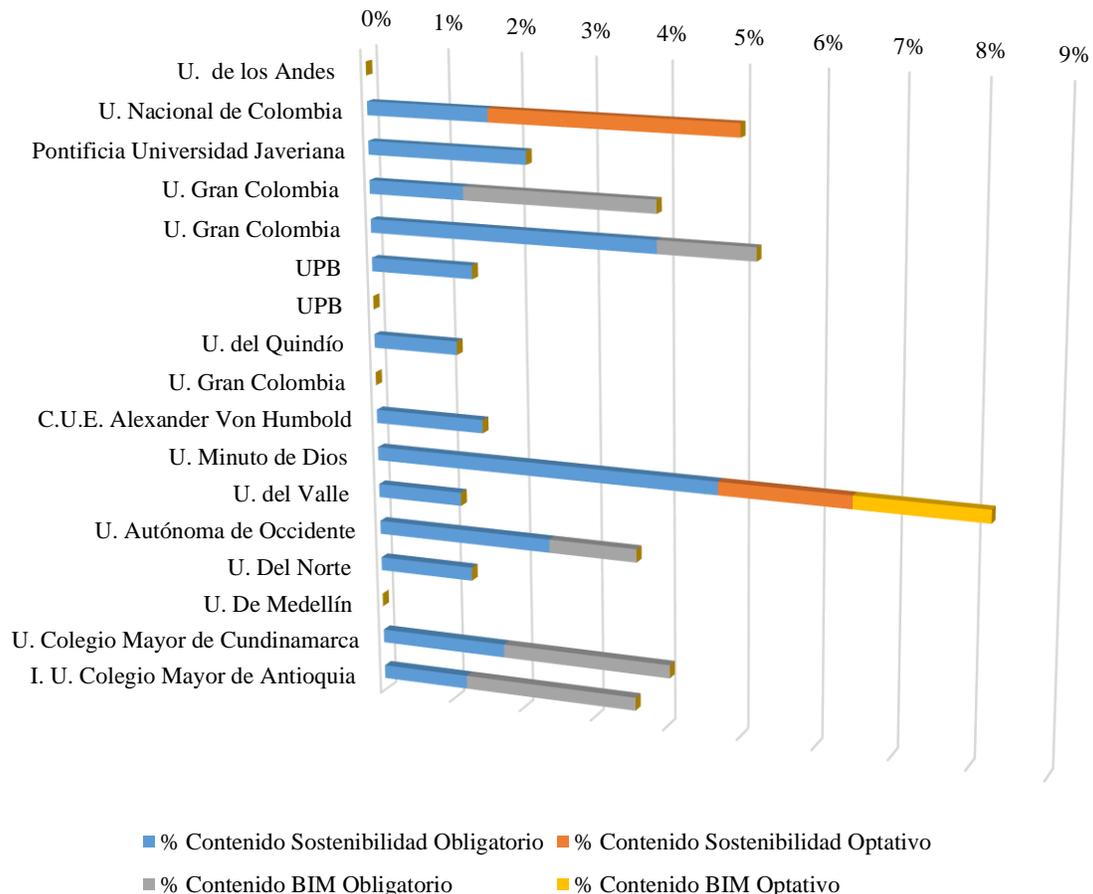
Anexo 9. Matriz resumen posgrados.

Anexo 10. Matriz resumen educación continua – Contenidos BIM.

Anexo 11. Matriz resumen educación continua – Contenidos Construcción Sostenible.

Figura 2.

Pregrados - Contenidos Sostenibilidad – BIM.



Una vez consolidada la información de cada uno de los programas académicos encontrados, se proporcionan los resultados de manera gráfica, con el propósito de lograr el diagnóstico de las carencias a nivel de las necesidades académicas actuales del sector. Con ello, se pueden definir los contenidos del diplomado que se va a diseñar, enfocado a sostenibilidad y metodología BIM aplicados a proyectos de edificación.

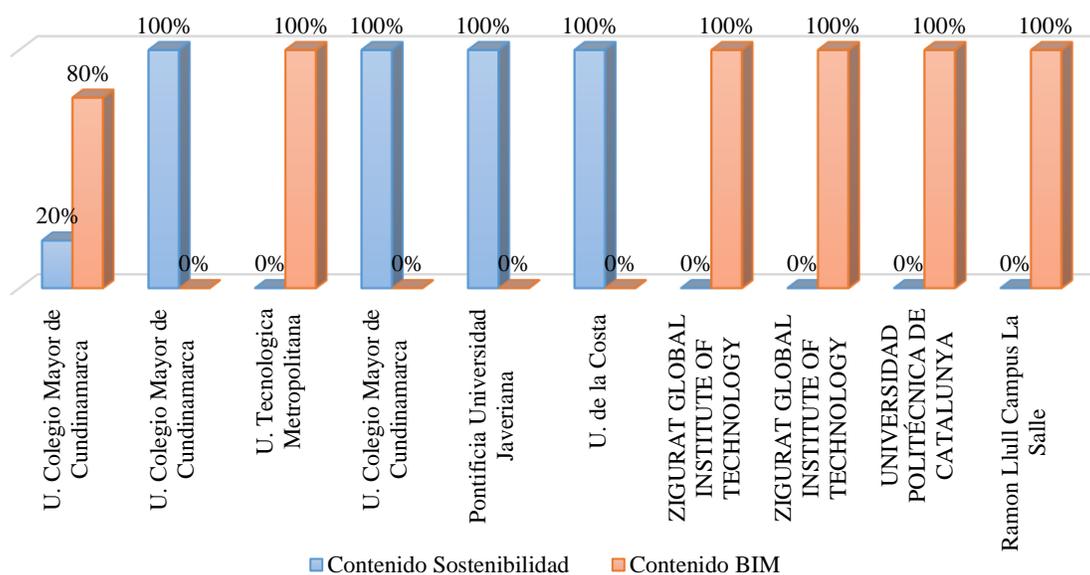
Con respecto a los contenidos de los programas de pregrado, se puede visualizar en la Figura 2 los porcentajes de cada uno, con respecto a sus contenidos tanto en sostenibilidad como en BIM (obligatorios y optativos).

El gráfico anterior, muestra la dinámica en relación con las dos temáticas analizadas en los programas de pregrado del sector de la construcción. Se puede observar que, cuatro de estos programas no incluyen estos componentes en su estructura curricular. Asimismo, se destaca que solo el 30% de los programas de pregrado cuentan con un componente obligatorio sobre ambas temáticas, aunque solo uno de ellos supera el 5% de su contenido. En ninguno de los casos, se evidencia que exista más del 10% de estos contenidos en la estructura curricular.

Ahora bien, en la Figura 3 se presentan los resultados de los programas tipo posgrado.

Figura 3.

Posgrados - Contenidos Sostenibilidad – BIM.



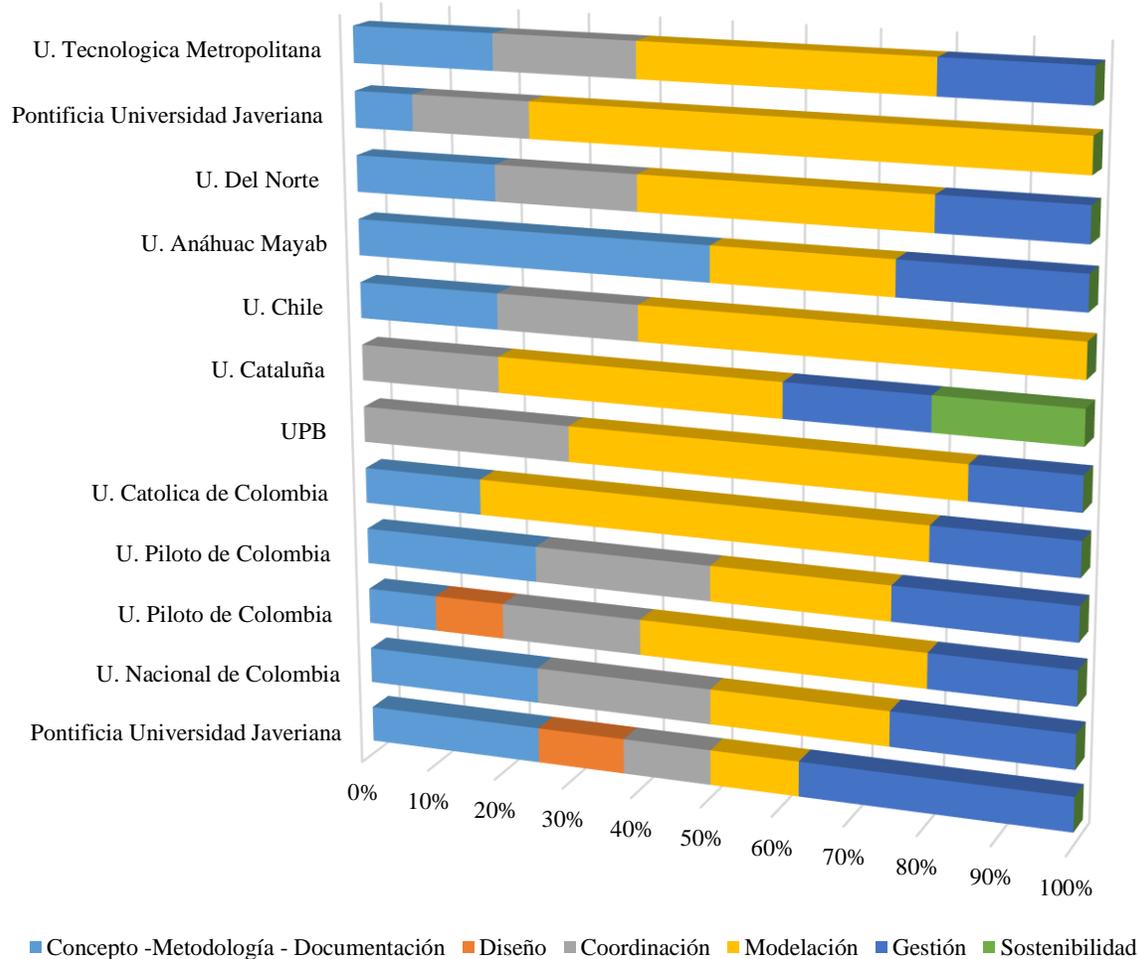
Con base en los datos de la gráfica se puede evidenciar la inexistencia de un programa que aborde de manera integral ambas temáticas. Aunque dentro de la oferta académica encontrada, tanto a nivel nacional como internacional, se abordan estas temáticas en diferentes niveles

académicos y, una de ellas incluye las dos temáticas, ninguna de las instituciones consultadas cuenta con la integración necesaria para satisfacer las necesidades actuales del sector en relación con BIM y Construcción Sostenible.

Por su parte, la Figura 4 representa los datos obtenidos en los programas de educación continua para los contenidos relacionados con BIM.

Figura 4.

Diplomados – BIM.



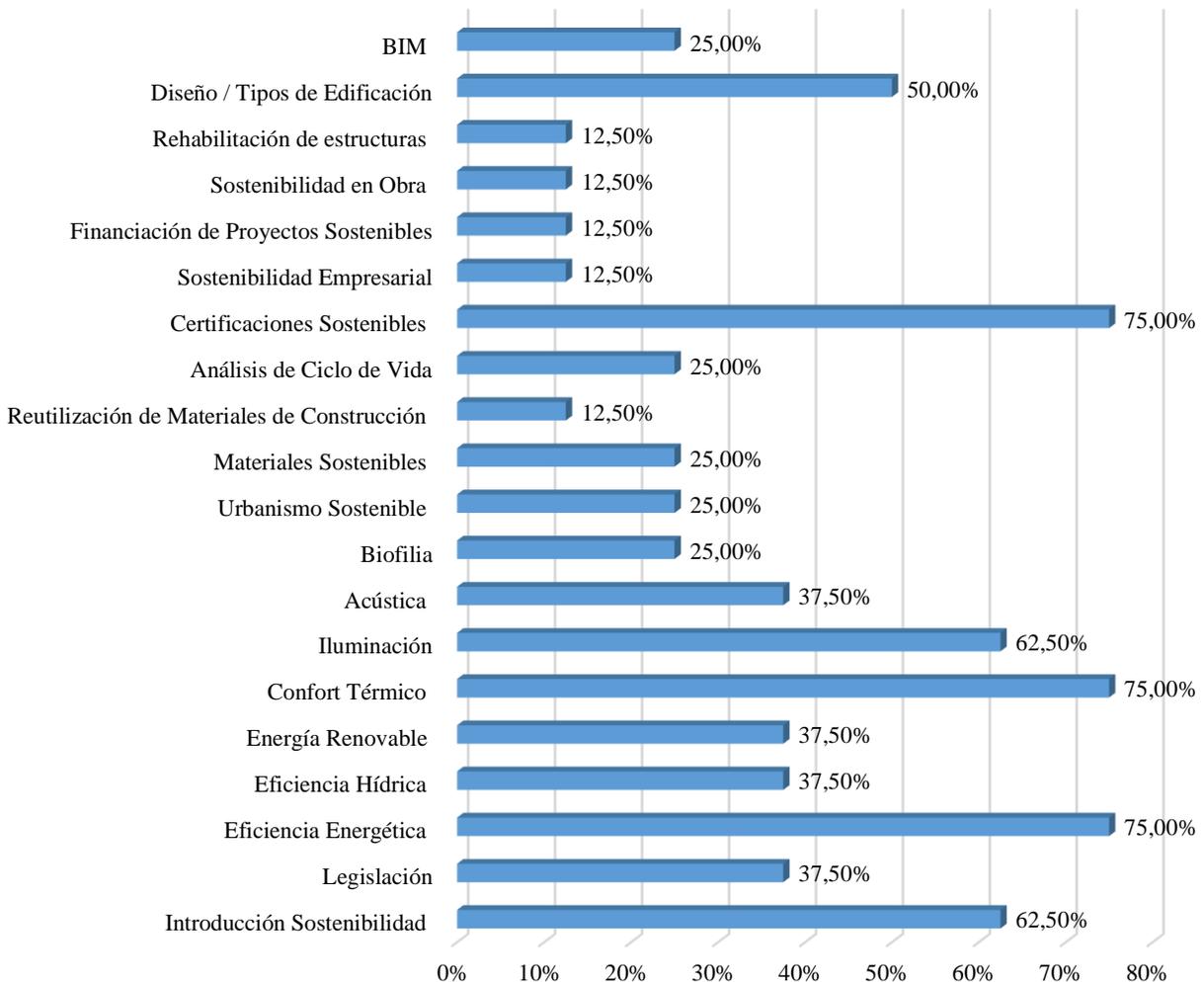
En este análisis, los contenidos se han agrupado en 6 categorías clave, que son: 1. Conceptos - Metodología - Documentación, 2. Diseño, 3. Coordinación, 4. Modelación, 5. Gestión y 6. Sostenibilidad. Por ende, al utilizar la información recopilada en la revisión de los programas, se determinó el porcentaje correspondiente a cada uno de estos módulos, en función de la cantidad de

contenido o de horas dedicadas. A continuación, se detalla el comportamiento de cada una de estas categorías:

- 1. Modelación:** Este módulo es el más prevalente, pues se encuentra presente en el 100% de los diplomados. Indica una fuerte orientación hacia el tema de modelado dentro de los programas revisados. Además, es importante destacar que, en la mayoría de los casos, supera el 40% del contenido total del diplomado.
- 2. Gestión:** También se evidencia prevalencia de este módulo en las prácticas desarrolladas, ya que, se incluye en 10 de los 12 diplomados objeto de estudio. No obstante, en la mayoría de los casos no supera el 25% del contenido total del diplomado.
- 3. Conceptos - Metodología – Documentación:** Tal y como sucede con el módulo de Gestión, se evidencia prevalencia de este módulo en las prácticas desarrolladas, ya que, 10 de los 12 diplomados revisados lo incorporan en su contenido temático. No obstante, en la mayoría de los casos no supera el 25% del contenido total.
- 4. Diseño:** A diferencia de los anteriores módulos, este solo está presente en 2 de los 12 diplomados y, en ambos casos, no supera más de 15% del contenido total del diplomado.
- 5. Sostenibilidad:** Siendo esta la temática de integración analizada dentro de este trabajo de grado, es importante destacar que, solo 1 de los 12 diplomados revisados cuenta con el desarrollo de esta como una de las dimensiones del BIM y dentro de este, representa un 20%.

Este análisis sugiere que los diplomados en BIM están principalmente orientados hacia la modelación, con pequeñas variaciones en el énfasis en temas como gestión, coordinación y documentación. La sostenibilidad, aunque presente en algunos programas, no es un enfoque central en la mayoría de los diplomados revisados.

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se presenta el análisis de los contenidos de los programas de educación continua (tipo diplomado) con enfoque en Construcción Sostenible. El análisis se realizó considerando las temáticas desarrolladas en cada uno de los programas. Es importante aclarar que, pocos programas contenían la distribución de las horas. En general, en la lista de verificación se consignaron las temáticas desarrolladas en los 7 diplomados y, a partir de ello, se calcularon los porcentajes de incidencia en cada uno de los temas.

Figura 5.*Diplomados – Sostenibilidad.*

A continuación, se detallan dichos porcentajes:

1. Certificaciones sostenibles (75,00%): Las certificaciones como LEED, BREEAM y EDGE se han convertido en un estándar en la industria de la construcción, debido a que garantizan que los edificios cumplen con ciertos criterios de sostenibilidad. La alta demanda de diplomados que incluyen esta temática responde a la necesidad de certificar proyectos para cumplir con las normativas ambientales vigentes.

2. Confort térmico (75,00%): El confort térmico es clave para garantizar la habitabilidad y el bienestar en edificaciones sostenibles. Con el cambio climático y las temperaturas extremas en aumento, el diseño de espacios que garanticen un clima interior adecuado sin depender

excesivamente de sistemas de climatización artificial es fundamental. La prevalencia de este tema aborda la urgencia de construir edificaciones resilientes y energéticamente eficientes.

3. Iluminación (62,50%): El uso de sistemas de iluminación natural y artificial eficientes reduce la demanda de electricidad y mejora la productividad, así como la salud de quienes ocupan el edificio. El enfoque en esta temática responde a la presión por reducir el consumo energético en los edificios y por cumplir con los objetivos de eficiencia establecidos en las normativas internacionales.

4. Introducción a la sostenibilidad (62,50%): Es esencial contextualizar a los participantes en los fundamentos de la sostenibilidad, ya que esto proporciona las bases para la adopción de prácticas sostenibles a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. La inclusión de este tema en la mayoría de los diplomados refleja la importancia de una comprensión integral de los principios de la sostenibilidad desde el inicio de cualquier proyecto.

5. Diseño / Tipos de edificación (50,00%): El diseño sostenible y los diferentes tipos de edificaciones juegan un papel fundamental en la adaptación de los edificios a las necesidades ambientales y sociales actuales. La capacidad de diseñar edificios flexibles, eficientes y adaptados a su entorno permite reducir el impacto ambiental desde la concepción misma del proyecto. La mitad de los diplomados incluye este tema debido a su relevancia en la planificación y ejecución de proyectos sostenibles.

6. Eficiencia energética (37,50%): Con el aumento de los costos energéticos y las regulaciones más estrictas en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero, la eficiencia energética es un componente central de cualquier proyecto sostenible. La inclusión de este tema en los diplomados evidencia la necesidad de crear edificios que optimicen el uso de la energía en todas las fases de su vida útil.

7. Energía renovable (37,50%): El acceso a fuentes de energía renovable es una de las principales vías para reducir las emisiones de carbono y cumplir con los objetivos climáticos globales. El interés en las energías renovables responde a la necesidad de descarbonizar el sector de la construcción. Su prevalencia en los diplomados demuestra la importancia de integrar estas tecnologías en el diseño y operación de los edificios sostenibles.

8. Eficiencia hídrica (37,50%): Los sistemas de captación de agua de lluvia, reutilización de aguas grises y reducción del consumo son fundamentales para mitigar la crisis hídrica. La

inclusión de este tema en los programas pone de manifiesto el requerimiento de desarrollar proyectos que reduzcan el impacto sobre los recursos hídricos.

9. Acústica (37,50%): En áreas urbanas pobladas, el control del ruido se ha convertido en un aspecto fundamental del diseño sostenible. La relevancia de este tema refleja la creciente demanda de edificios que no solo sean sostenibles desde una perspectiva energética, sino que también promuevan el bienestar integral de las personas.

10. Legislación (37,50%): El cumplimiento de normativas y leyes ambientales es indispensable en cualquier proyecto sostenible. Las regulaciones nacionales e internacionales establecen estándares que los proyectos deben seguir para ser viables desde una perspectiva legal y ambiental. Este tema es crucial en los diplomados, ya que los profesionales deben mantener actualizados con las leyes y normativas para garantizar que sus proyectos cumplan con las exigencias regulatorias.

11. Análisis de ciclo de vida (25,00%): Evaluar el impacto ambiental de un proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida es esencial para determinar su sostenibilidad real. El análisis del ciclo de vida permite identificar las fases del proyecto donde se pueden optimizar recursos y reducir impactos. Incluir este tema le apunta a fortalecer la visión holística y detallada de la sostenibilidad en los proyectos de construcción.

12. Materiales sostenibles (25,00%): El uso de materiales sostenibles es un componente crítico en la reducción del impacto ambiental de los edificios. Los materiales sostenibles reducen las emisiones de carbono y el uso de recursos no renovables. Este tema es esencial en los diplomados, ya que los profesionales deben prepararse para seleccionar materiales que contribuyan a la sostenibilidad de sus proyectos.

13. Urbanismo sostenible (25,00%): La planificación urbana sostenible es clave para el desarrollo de ciudades resilientes que minimicen el impacto ambiental y optimicen el uso de los recursos naturales y económicos. La inclusión de este tema en los diplomados es imprescindible pues permite a los profesionales enfrentar los desafíos del urbanismo del siglo XXI, con un enfoque en sostenibilidad.

14. Biofilia (25,00%): La biofilia, o la conexión entre los seres humanos y la naturaleza, es cada vez más reconocida como un principio esencial en el diseño sostenible. Incorporar elementos naturales dentro de los espacios construidos no solo mejora el bienestar de los usuarios, sino que también reduce el estrés, aumenta la productividad y fomenta una relación más armoniosa entre las

personas y el medio ambiente. Este tema se incluye en los diplomados porque los edificios que integran la naturaleza en su diseño están en línea con la tendencia de crear entornos más saludables y sostenibles.

15. Rehabilitación de estructuras (25,00%): Rehabilitar estructuras existentes en lugar de construir nuevas es una estrategia altamente sostenible, ya que reduce la necesidad de nuevos recursos y minimiza el impacto ambiental. Con la creciente conciencia sobre la huella de carbono de los proyectos de construcción, se ha puesto énfasis en la renovación de edificios. Incorporar este tema permite formar profesionales que sepan intervenir edificaciones existentes de manera sostenible y eficiente.

16. BIM (12,50%): La metodología BIM está revolucionando la forma en que se planifican, diseñan y gestionan los proyectos de construcción. Aunque solo un 12,50% de los diplomados lo incluye como tema principal, su relevancia está creciendo, especialmente por su capacidad de integrar aspectos de sostenibilidad en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto. Su inclusión responde a la necesidad de preparar a los profesionales para adoptar tecnologías avanzadas en el diseño y gestión de edificaciones sostenibles.

17. Sostenibilidad en obra (12,50%): La sostenibilidad en la fase de construcción es crucial para disminuir los residuos, minimizar el impacto ambiental y asegurar un uso eficiente de los recursos. Aunque este tema tiene menor prevalencia en los diplomados, su importancia es indiscutible, ya que las decisiones tomadas durante la construcción afectan directamente la sostenibilidad del proyecto final. La formación en este aspecto capacita a los profesionales para implementar prácticas de gestión de residuos, optimización de procesos y uso responsable de materiales en el sitio de construcción.

18. Financiación de proyectos sostenibles (12,50%): La financiación de proyectos sostenibles es un aspecto clave para garantizar la viabilidad económica y atraer inversiones. Aunque este tema tiene una presencia limitada en los diplomados, su influencia está aumentando a medida que los proyectos sostenibles se vuelven más complejos y requieren fuentes de financiación específicas. Los fondos verdes, los bonos sostenibles y otros mecanismos financieros están jugando un papel fundamental en el impulso de la construcción sostenible, por lo que este tema debería ganar mayor protagonismo en los próximos años.

19. Sostenibilidad Empresarial (12,50%): Integrar la sostenibilidad en la gestión empresarial es una estrategia cada vez más adoptada por las empresas que buscan ser competitivas

en un mercado que valora el impacto ambiental y social de sus operaciones. Aunque este tema tiene menos presencia en los diplomados, la sostenibilidad corporativa es esencial para garantizar que las prácticas empresariales sean responsables, generen valor y contribuyan al bienestar de las comunidades y el medio ambiente. Capacitar a los profesionales en este aspecto les permite liderar organizaciones con una visión más sostenible y ética.

20. Reutilización de Materiales de Construcción (12,50%): La reutilización de materiales es una de las estrategias más efectivas para reducir el impacto ambiental de los proyectos de construcción. Aunque la presencia de este tema en los diplomados es limitada, su importancia es indiscutible, especialmente en el contexto de la economía circular, donde se busca aprovechar al máximo los recursos y minimizar los desechos. Formar a los profesionales en la reutilización de materiales les permite implementar prácticas más sostenibles y rentables en sus proyectos, contribuyendo a la reducción de residuos y la preservación de recursos.

Es así como los diplomados en sostenibilidad reflejan las prioridades actuales del sector de la construcción sostenible. Las certificaciones, el confort térmico y la iluminación dominan el contenido de los programas, lo que resalta la necesidad de asegurar que los proyectos cumplan con estándares reconocidos y que mejoren la calidad de vida de los ocupantes. Otros temas como la energía renovable, la eficiencia hídrica y el urbanismo sostenible también son esenciales para enfrentar los desafíos globales, aunque se encuentren en una menor proporción. Finalmente, temas como BIM, financiación de proyectos sostenibles y sostenibilidad empresarial, menos frecuentes, deben ser cada vez más relevantes a medida que la sostenibilidad se convierta en una norma en la industria.

Es importante mencionar que, entre los diplomados en Construcción Sostenible se destacan el Diplomado Online en Construcciones Sostenibles de la Universidad San Buenaventura y el Diplomado en Construcción Sostenible: Sostenibilidad Integral Aplicada a la Industria de la Construcción del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, ya que ambos abordan la mayoría de las temáticas relevantes. En las siguientes figuras se proporciona un resumen de los ejes temáticos de dichos programas.

Figura 6.

Universidad San Buenaventura - Diplomado Online en Construcciones Sostenibles.

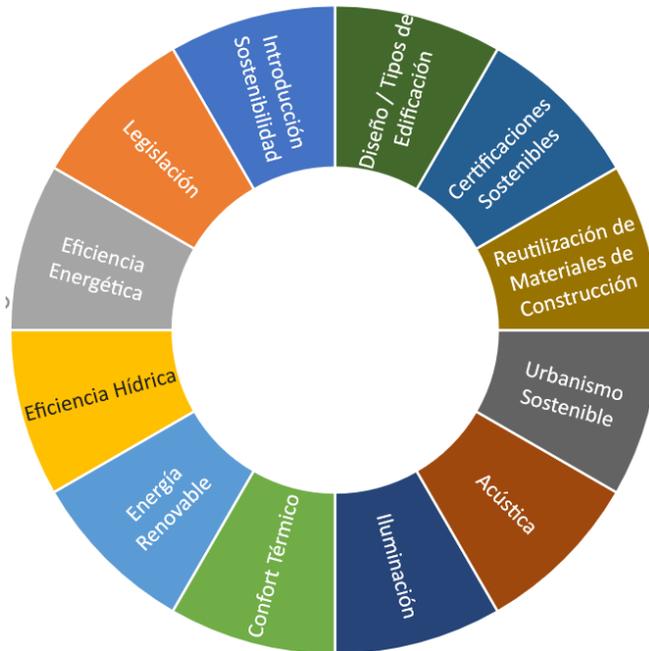


Figura 7.

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - Diplomado construcción sostenible: Sostenibilidad Integral aplicada a la Industria de la construcción.



Los diplomados analizados, en ambos casos evidencian nuevamente una deficiencia en la oferta académica en cuanto a la integración de ambas temáticas para responder a las necesidades actuales que deben ser abordadas por los profesionales del sector de la construcción. Lo anterior, si se tiene en cuenta que únicamente el Diplomado en BIM con Revit® para Arquitectura, Ingeniería y Afines de la Universidad de Cataluña tiene contenido en sostenibilidad y, en el caso contrario, solo los Diplomados de Construcción Sostenible: Sostenibilidad Integral Aplicada a la Industria de la Construcción del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y Alto Desempeño Ambiental en Edificaciones + BIM de la Pontificia Universidad Javeriana tienen contenido en sostenibilidad no incluyen nada de BIM.

6.1.4. Análisis de resultados

En relación con la información recopilada sobre los programas de pregrado, es importante destacar que en Colombia existe actualmente una deficiencia en los contenidos curriculares relacionados con temáticas actuales, como la sostenibilidad y la industria 4.0. Lo anterior está sustentado en el hecho de que, en el 100% de los programas de pregrado consultados, solo se incluyen, como máximo, el 10% de estos contenidos. Inclusive, algunos no cuentan de manera específica con el desarrollo de estas temáticas dentro de su estructura curricular.

En cuanto a los programas de posgrado analizados, se observa que en Latinoamérica existe un déficit en la oferta de programas enfocados en BIM. Por esta razón, se recurrió a una búsqueda internacional, encontrando la mayor oferta en países como España. Sin embargo, no se evidencia existencia de programas académicos de posgrado que integren ambas temáticas para satisfacer las demandas y políticas actuales del sector de la construcción.

Ahora bien, en cuanto al análisis de los diplomados en Sostenibilidad y BIM, se pueden identificar las siguientes falencias:

- 1. Deficiencia en la integración:** Los diplomados analizados muestran una deficiencia en la integración de ambas temáticas (Sostenibilidad y BIM). Esto es crítico, en el sentido de que la sostenibilidad y el uso de tecnologías BIM son esenciales para abordar los desafíos actuales del sector de la construcción.
- 2. Necesidades del sector:** La falta de integración entre las temáticas de sostenibilidad y BIM en la oferta académica limita la capacidad de los profesionales para desarrollar proyectos que respondan a las necesidades actuales del mundo, como la eficiencia energética, el confort térmico y el cumplimiento de certificaciones sostenibles.

Tras el análisis de los gráficos y los datos reunidos, es evidente que existe una deficiencia significativa en la oferta académica relacionada con la preparación de los profesionales de la construcción para enfrentar las necesidades del mundo actual. Los programas de pregrado en Colombia y los de posgrado en Latinoamérica muestran una escasa integración de temáticas como la sostenibilidad y la industria 4.0.

Por ende, es crucial que las instituciones educativas adapten sus currículos para incluir temáticas emergentes, proporcionando a los futuros profesionales las herramientas y conocimientos necesarios para abordar los desafíos actuales. En particular, la digitalización y la implementación de la metodología BIM deben ser enfatizadas no solo como estrategias de sostenibilidad, sino también como medios para mejorar la productividad en el sector.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el sector constructor históricamente se ha caracterizado por sus bajos niveles de productividad en comparación con otros sectores de la economía, de manera que puede beneficiarse enormemente de la adopción de BIM. Dado que esta metodología permite una mejor planificación y ejecución de proyectos, reduce el desperdicio, optimiza el uso de recursos y facilita la colaboración y la coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proceso constructivo.

En conclusión, la integración de la metodología BIM en los programas educativos, junto con un enfoque robusto en sostenibilidad, es esencial para armonizar ambos imperativos: la sostenibilidad y la productividad. Preparar a los profesionales de la construcción con estas competencias contribuirá a un sector más eficiente, sostenible y preparado para responder a las demandas y políticas actuales, impulsando así su evolución hacia estándares más elevados de desempeño y responsabilidad sostenible.

6.2. Fase 2. Categorizar los contenidos

6.2.1. *Revisión Bibliográfica*

Teniendo en cuenta que se debe realizar una revisión bibliográfica para definir una estructura académica lógica que permita la evaluación de la sostenibilidad ambiental, social y económica, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción, se procede a consultar la Curva de Esfuerzo de Diseño de MacLeamy (CURT, 2004, p. 4). Esta curva, ampliamente conocida en el contexto de la metodología BIM, muestra la relación entre el esfuerzo de diseño y el costo de los cambios en el desarrollo de un proyecto. Asimismo, destaca dos enfoques de gestión de proyectos: el proceso tradicional de diseño y el proceso de entrega integrada de proyectos.

El análisis de esta herramienta permite visualizar cuatro escenarios claves, que son:

- **Habilidad para impactar costos y capacidades funcionales:** En la fase temprana del proyecto (prediseño y diseño esquemático), la posibilidad de influir en los costos y capacidades funcionales es alta. A medida que el proyecto avanza hacia el desarrollo y la construcción, esta probabilidad disminuye drásticamente.
- **Costo de cambios en el diseño:** El costo de implementar cambios en el diseño es bajo al principio del ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, incrementa significativamente a medida que el proyecto se acerca a las fases de documentos de construcción y construcción.
- **Proceso de diseño tradicional:** En el enfoque tradicional, el esfuerzo de diseño sigue una trayectoria relativamente baja en las primeras fases del proyecto y aumenta durante el desarrollo del diseño y la documentación de construcción.
- **Proceso de entrega integrada de proyectos:** En este enfoque, el esfuerzo de diseño es considerablemente mayor en las fases tempranas del proyecto. Esto permite una mejor definición y resolución de problemas antes de que el proyecto avance, reduciendo así los costos y cambios en fases posteriores.

También es importante mencionar que, la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) ilustra las diferencias clave entre el ciclo de vida de un proyecto siguiendo un enfoque tradicional y un enfoque de entrega integrada de proyectos. A continuación, se presentan las principales distinciones entre ambos enfoques:

- **Ciclo de vida tradicional:** En el ciclo de vida tradicional, el esfuerzo de diseño aumenta gradualmente y alcanza su punto máximo durante la fase de desarrollo del diseño y la documentación de construcción. La coordinación entre las distintas disciplinas tiende a ocurrir más tarde en el proceso, lo que puede resultar en problemas y cambios costosos. Además, la posibilidad de influir en los costos y en las capacidades funcionales del proyecto es alta durante las fases iniciales (prediseño y diseño esquemático), pero disminuye significativamente en las fases posteriores. A medida que el proyecto avanza hacia la construcción, las oportunidades para hacer cambios efectivos y de bajo costo disminuyen. En este sentido, el costo de implementar cambios en el diseño incrementa considerablemente a medida que el proyecto progresa, especialmente durante la documentación de construcción y la construcción misma. Los cambios realizados en las

fases posteriores suelen ser más costosos y problemáticos, ya que pueden requerir ajustes significativos en el diseño y la construcción.

- **Ciclo de vida integrado (IPD):** En el ciclo de vida integrado, el esfuerzo de diseño es mucho más fuerte desde las primeras fases del proyecto. La colaboración y la coordinación entre todas las partes interesadas comienzan desde el inicio, permitiendo una mejor planificación y resolución de problemas temprana. En este sentido, la posibilidad de influir en los costos y en las capacidades funcionales del proyecto es mayor durante las fases iniciales y se aprovecha al máximo mediante la colaboración temprana. La toma de decisiones informadas y la resolución de problemas en las fases tempranas minimizan los cambios representativos a nivel económico en las fases posteriores. Asimismo, los costos de implementar cambios en el diseño son menores porque se identifican y solucionan problemas potenciales antes de que el proyecto avance a las fases de desarrollo y construcción. El enfoque integrado permite realizar ajustes de diseño de manera más eficiente y menos costosa.

En este sentido, la principal diferencia entre el ciclo de vida tradicional y el ciclo de vida integrado en la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) radica en el momento y la intensidad del esfuerzo de diseño. El enfoque tradicional tiende a retrasar el esfuerzo de diseño y enfrentar mayores costos de cambios en fases avanzadas, mientras que el enfoque integrado (IPD) se centra en una colaboración temprana y sostenida, reduciendo los costos y mejorando la eficiencia del proyecto. La implementación de la metodología BIM es crucial para aprovechar las ventajas del enfoque integrado, mejorando tanto la sostenibilidad como la productividad en el sector de la construcción.

Ahora bien, con base en el objetivo de este trabajo es muy importante analizar como la teoría expuesta en la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) se integra con la Metodología BIM aportando en la productividad de los proyectos de construcción desde su ciclo de vida. En esta perspectiva, se puede resumir lo siguiente:

- **Planificación y diseño (fases tempranas):** BIM permite una mayor colaboración y coordinación entre las partes interesadas desde las fases tempranas del proyecto, mejorando la posibilidad de impactar positivamente en los costos y capacidades funcionales. Con el uso de BIM, se pueden identificar y resolver problemas potenciales antes de que se conviertan en costosos cambios durante las fases posteriores del proyecto.

- **Construcción y operación:** BIM proporciona una plataforma para la simulación y análisis detallado de todos los aspectos del proyecto, lo que ayuda a reducir los riesgos y costos asociados con los cambios de diseño en fases avanzadas. La digitalización y la implementación de BIM en el sector de la construcción puede aumentar significativamente la productividad al facilitar la coordinación y la comunicación efectiva entre todas las partes involucradas.
- **Sostenibilidad:** BIM permite evaluar y optimizar el rendimiento energético y ambiental de un proyecto durante todo su ciclo de vida, desde la conceptualización hasta la operación y mantenimiento. La integración de herramientas BIM para evaluar la sostenibilidad ayuda a cumplir con los objetivos de la misma, mejorando la productividad y eficiencia del proyecto.

Esta curva también destaca la importancia de invertir en el esfuerzo de diseño durante las fases tempranas del ciclo de vida de un proyecto.

Por lo tanto, la metodología BIM con su enfoque en la colaboración y la digitalización, es fundamental para armonizar los imperativos de sostenibilidad y productividad en el sector de la construcción. Igualmente, adoptar BIM no solo mejora la posibilidad de influir en los costos y capacidades funcionales del proyecto, sino que también reduce los costos de cambios y aumenta la eficiencia general del proceso de construcción. En resumen, la implementación de BIM es esencial para preparar a los profesionales de la construcción para las necesidades del mundo actual, abordando simultáneamente los desafíos de sostenibilidad y productividad.

Ahora bien, dentro de la revisión bibliográfica realizada y teniendo en cuenta las dos temáticas hacia las cuales va dirigida la propuesta de este trabajo —Metodología BIM y Construcción Sostenible— es preciso revisar el estudio de Chong et al. (2017), este estudio proporciona una visión integral de cómo BIM puede contribuir a la sostenibilidad en la construcción.

Con respecto a la normativa y a los estándares, el trabajo de Chong et al. (2017) subraya la importancia de establecer directrices y lineamientos específicos para BIM, que faciliten la integración de prácticas sostenibles en todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Estos estándares proporcionan una guía clara sobre cómo implementar BIM de manera que se maximicen los beneficios sostenibles. Asimismo, BIM se utiliza en diversas etapas del ciclo de vida del proyecto para evaluar y mejorar la sostenibilidad. Esto incluye la planificación, diseño,

construcción, operación y mantenimiento, así como la demolición y reutilización. Cada etapa tiene herramientas y técnicas específicas de BIM que le permiten a los profesionales evaluar y optimizar el rendimiento ambiental del proyecto.

En relación con las aplicaciones específicas de BIM en sostenibilidad, se puede señalar que en la fase de planificación, las nuevas herramientas BIM se utilizan para evaluar la sostenibilidad desde las primeras etapas. Esto incluye la revisión del impacto ambiental y la optimización de recursos. La planificación temprana con BIM permite la toma de decisiones informadas que pueden reducir los impactos negativos y mejorar la eficiencia de recursos. En la etapa de diseño asistido por BIM, se facilita la creación de edificios con mayor eficiencia energética y menor huella de carbono. Igualmente, BIM permite la simulación y análisis de diferentes escenarios de diseño, ayudando a seleccionar las soluciones más sostenibles. Asimismo, durante la construcción, BIM ayuda a implementar sistemas de adquisición innovadores que promueven la sostenibilidad social y ambiental. La gestión de residuos y la utilización de materiales sostenibles son optimizadas mediante la modelación y planificación detallada proporcionada por BIM.

Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento, BIM se utiliza para gestionar las operaciones y el mantenimiento de los edificios, asegurando un rendimiento óptimo durante toda su vida útil. Las herramientas BIM permiten un seguimiento continuo del consumo de energía y otros recursos, facilitando la implementación de mejoras continuas. Si se habla de reacondicionamiento y demolición de los edificios, BIM streamline facilita la reutilización de materiales y la gestión eficiente de residuos. La planificación detallada y la simulación de demoliciones ayudan a minimizar el impacto ambiental y a maximizar la recuperación de recursos. Ahora bien, temas cruciales como el uso de productos y materiales, en donde, BIM promueve la interoperabilidad entre software BIM y herramientas de simulación energética, permiten una evaluación precisa del rendimiento de los materiales y productos utilizados en la construcción. La selección de materiales se basa en análisis detallados de ciclo de vida, asegurando que se elijan las opciones más sostenibles. También para el consumo de energía, BIM facilita la simulación y optimización del consumo energético a lo largo del ciclo de vida del edificio. Las herramientas BIM pueden identificar áreas de mejora y sugerir soluciones para reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono.

Con respecto a la productividad en el sector de la construcción, el trabajo de Chong et al. (2017) menciona aspectos relevantes que se pueden lograr a través de la implementación de BIM.

En este sentido, se puede hablar de la mejora en la planificación y diseño, en donde, BIM permite una planificación y diseño más precisos y eficientes, reduciendo errores y omisiones que pueden surgir en etapas posteriores del proyecto. Esto optimiza el uso de recursos y tiempo, mejorando la productividad general. De igual manera, la reducción en los reprocesos basados en la utilización de modelos 3D en BIM facilita la identificación temprana de conflictos y problemas potenciales, lo que disminuye la necesidad de retrabajos durante la fase de construcción. Menos reprocesos implican una ejecución más rápida y eficiente del proyecto.

Con respecto a la coordinación y colaboración, BIM mejora la coordinación entre diferentes disciplinas y partes interesadas en el proyecto. Una mejor comunicación y colaboración conducen a una ejecución más fluida y eficiente, reduciendo retrasos y aumentando la productividad. También, proporciona una plataforma centralizada para la gestión de información del proyecto, lo que facilita el acceso y la actualización de datos en tiempo real. Esto asegura que todas las partes trabajen con la información más actualizada, evitando duplicidades y errores. De esta manera se mejora la gestión de los recursos materiales y humanos, optimizando su uso y reduciendo desperdicios. Esto no solo tiene implicaciones positivas para la sostenibilidad, sino que también mejora la eficiencia y productividad del proyecto.

Igualmente, en su artículo Chong et al. (2017) presentan un ciclo de vida del proyecto de construcción que abarca las siguientes etapas principales:

- **Planificación:** Incluye la definición de objetivos del proyecto, estudios de viabilidad y planificación inicial.
- **Diseño:** Implica el desarrollo de diseños conceptuales y detallados, incorporando criterios de sostenibilidad.
- **Construcción:** La fase de ejecución donde se llevan a cabo las actividades de construcción propiamente dichas.
- **Operación y Mantenimiento:** Esta fase se centra en el uso y el mantenimiento del edificio, asegurando su eficiencia y sostenibilidad a lo largo del tiempo.
- **Demolición o Reutilización:** Involucra la disposición final de los materiales o la renovación del edificio para nuevos usos.

Con la finalidad de establecer el ciclo adecuado en la orientación de este trabajo, se compara el enfoque de Chong et al. (2017) con la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) y se observan varias similitudes y diferencias, las cuales se detallan a continuación:

- **Enfoque en las fases tempranas:** Tanto Chong et al. (2017) como la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) destacan la importancia de involucrar el esfuerzo de diseño y la toma de decisiones en las fases tempranas del proyecto. Este enfoque permite identificar y resolver problemas de sostenibilidad desde el inicio, evitando cambios costosos y disruptivos en fases posteriores.
- **Impacto en la productividad y sostenibilidad:** La metodología BIM, según Chong et al. (2017), no solo mejora la sostenibilidad, sino que también aumenta la productividad al optimizar los procesos de diseño, construcción y operación. Igualmente, la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) refleja esta sinergia al mostrar cómo un enfoque integrado puede armonizar los imperativos de sostenibilidad y productividad.

En conclusión, el análisis de Chong et al. (2017) refuerza la idea de que la adopción de BIM es crucial para mejorar la sostenibilidad y la productividad en la construcción. BIM facilita la integración de prácticas sostenibles en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta la demolición. Además, su capacidad para mejorar la eficiencia de recursos y reducir los impactos ambientales lo convierte en una herramienta indispensable para enfrentar los desafíos del sector de la construcción en el siglo XXI. Análisis que se complementa con la Curva MacLeamy (CURT, 2004, p. 4) al ilustrar cómo un enfoque integrado y colaborativo puede maximizar los beneficios de BIM, promoviendo una industria de la construcción más sostenible y productiva.

6.2.2. Análisis de pertinencia de contenidos y vacíos académicos

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica realizada para la construcción del estado del arte, es importante analizar la pertinencia de la propuesta que se desarrolla en este trabajo con respecto a la normativa, bibliografía y oferta académica.

En primera instancia, en la Política de Gestión Ambiental Urbana (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008) y Criterios de Sostenibilidad, desde su implementación en 2008 y su actualización en 2017, Colombia ha enfatizado la necesidad de manejar y gestionar el medio ambiente urbano, considerando la economía circular, la estructura ecológica y la infraestructura verde. La implementación de criterios ambientales para el diseño y construcción de viviendas urbanas en 2012 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) y la resolución 0549 de 2015 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015) refuerzan esta directriz,

buscando fortalecer la planeación sostenible de áreas urbanas mediante un mejor entendimiento de la dimensión ambiental y el desarrollo de estímulos para la construcción sostenible.

Igualmente, la adopción de normas internacionales como la serie ISO 19650 (BuildingSMART Spain, 2021, p. 2) y la ISO 15392:2019 (International Organization for Standardization, 2019), así como la NTC de 2016 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2016) y el Documento CONPES 3919 de 2018 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018), establecen marcos regulatorios y principios que promueven la sostenibilidad en la construcción. Estas normas subrayan la importancia de integrar criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones, desde el diseño hasta la operación y el mantenimiento.

En este sentido, la metodología BIM es crucial para la sostenibilidad en la construcción, facilitando la gestión de la información durante todo el ciclo de vida del proyecto, mejorando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental. La Resolución 0441 de 2020 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, que promueve el uso de BIM en la digitalización de licencias de construcción, destaca la creciente adopción de esta metodología en el sector.

Asimismo, es importante destacar las falencias encontradas en el sector de la construcción, el cual enfrenta diversas falencias en la adopción de la metodología BIM, a pesar de su potencial para mejorar la sostenibilidad y la productividad. A continuación, se presentan las principales falencias identificadas a partir de una revisión de varios artículos:

- **Falta de estándares claros y metodologías detalladas:** Corriere y Rizzo (2012), señalan la necesidad de establecer una metodología clara para el diseño sostenible, sugiriendo que, sin herramientas detalladas como el análisis del ciclo de vida, es difícil orientar adecuadamente a los diseñadores para cumplir con los estándares de sostenibilidad. Esta falta de estándares claros se traduce en una adopción inconsistente de BIM en la industria.
- **Integración insuficiente de tecnologías avanzadas:** Wang y Adeli (2014), plantean que la integración de tecnologías avanzadas como los controladores de vibración híbridos y semiactivos es crucial para el diseño de edificios sostenibles. La falta de esta integración tecnológica es una barrera significativa para la adopción efectiva de BIM, que depende de estas innovaciones para optimizar el diseño y la construcción.
- **Desaprovechamiento de edificios existentes:** Juan et al., (2016), en su estudio de caso en Taiwán, demuestran que la reutilización de edificios vacíos puede ser una estrategia

sostenible. Sin embargo, la falta de un modelo de decisión óptimo y la ausencia de herramientas BIM para evaluar las condiciones ambientales y económicas existentes representan una falencia en la capacidad de la industria para implementar proyectos sostenibles de manera eficiente.

- **Deficiencias en la evaluación y gestión del ciclo de vida:** Hossaini et al. (2015), proponen una metodología para evaluar edificios netos cero integrando características regionales. La implementación de un enfoque de ciclo de vida completo sigue siendo un desafío, y la falta de integración con BIM impide una evaluación y gestión adecuada del ciclo de vida de los proyectos de construcción.
- **Planificación y gestión de proyectos sostenibles:** Yu et al. (2018), concluyen que la planificación de proyectos sostenibles debe integrar los principios de sostenibilidad en tres dimensiones: control de gestión, respuesta al riesgo y consenso de trabajo. La falta de integración de estos principios con BIM limita la capacidad de la industria para garantizar la construcción sostenible y el éxito del proyecto.
- **Poca atención a la sostenibilidad social:** Fatourehchi y Zarghami, (2020), indican que la sostenibilidad social ha recibido poca atención, creando brechas en la toma de decisiones sostenibles. La metodología BIM podría ayudar a cerrar estas brechas al proporcionar un marco más inclusivo y colaborativo para la planificación y ejecución de proyectos.
- **Percepción de mayores costos:** Weerasinghe y Ramachandra (2018), destacan que la percepción de mayores costos impide la adopción de edificios ecológicos en Sri Lanka. Su estudio muestra que los edificios con certificación ecológica ofrecen ahorros significativos en el costo del ciclo de vida. Sin embargo, la falta de un enfoque integrado que combine BIM y sostenibilidad económica perpetúa esta percepción errónea.
- **Sinergia insuficiente entre BIM y Sostenibilidad:** Jiménez-Roberto et al. (2017), demuestran la notable sinergia entre BIM y sostenibilidad, utilizando simulaciones para evaluar el consumo de energía y la huella de carbono. A pesar de estos beneficios, la adopción de BIM sigue siendo limitada, debido a la falta de formación adecuada y la resistencia al cambio en la industria.
- **Optimización insuficiente de procesos:** Nope et al. (2020), proponen una metodología para el diseño de viviendas de consumo energético casi nulo (nZEB) mediante BIM. La falta de un ambiente de extrema colaboración y la optimización insuficiente de los procesos

de diseño y desarrollo geométrico limitan la efectividad de BIM en la construcción sostenible.

- **Modelo Integrado de Sustentabilidad y BIM:** Mohammed (2022), destaca que no existe un enfoque o modelo integrado para implementar la sustentabilidad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto con BIM. Su metodología para gestionar esta relación representa un avance crucial, pero su implementación generalizada en la industria sigue siendo un desafío debido a la falta de adopción de plataformas BIM y la resistencia al cambio.

La revisión de estos artículos resalta diversas falencias en la adopción de BIM en el sector de la construcción. La falta de estándares claros, la integración insuficiente de tecnologías avanzadas, el desaprovechamiento de edificios existentes, las deficiencias en la evaluación y gestión del ciclo de vida, y la percepción de mayores costos son barreras significativas que impiden una adopción más amplia de BIM. Además, la falta de atención a la sostenibilidad social y la sinergia insuficiente entre BIM y sostenibilidad económica reflejan la necesidad urgente de un enfoque más integrado y colaborativo. La metodología BIM tiene un potencial inmenso para transformar el sector de la construcción, pero su adopción efectiva requiere superar estas barreras y promover un cambio cultural hacia la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

En este punto, es necesario profundizar en los temas abordados, especialmente en cómo BIM puede contribuir tanto a la sostenibilidad como a la productividad en el sector de la construcción. En términos de productividad, este sector ha tenido históricamente un desempeño bajo en comparación con otros sectores industriales. La implementación de BIM permite una gestión más eficiente de la información y los datos, integrando herramientas de simulación, coordinación y análisis. Esto posibilita una planificación más precisa de los materiales, recursos y tiempos, optimizando su uso y minimizando los desperdicios en cada etapa del ciclo de vida del proyecto. Esta optimización está directamente alineada con prácticas constructivas más sostenibles, enmarcadas dentro de los ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), los cuales son fundamentales en la relación con BIM.

Además, en un sector que tradicionalmente prioriza el costo inicial de la construcción por encima de los costos operativos, BIM permite visualizar estos factores a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Esto genera una evaluación más integral y evidencia los beneficios económicos a largo plazo. A través del modelado digital y el análisis de ciclo de vida (ACV), BIM

permite evaluar no solo los costos iniciales de construcción, sino también aquellos costos que frecuentemente se ignoran, como los de operación y mantenimiento, el impacto ambiental durante la vida útil del edificio (emisiones de carbono, consumo energético), y los costos asociados a demoliciones o renovaciones futuras.

La sostenibilidad en los proyectos de construcción no puede alcanzarse sin un enfoque multidisciplinario. BIM no solo proporciona las herramientas para el trabajo colaborativo, sino que también lo facilita, integrando a todos los actores del proyecto para tomar decisiones informadas y basadas en datos. Las decisiones colaborativas tomadas durante la fase de diseño mediante BIM, permiten optimizar soluciones sostenibles desde el inicio del proyecto, resultando en edificios con mejores prestaciones ambientales y funcionales. De esta forma, BIM fomenta un enfoque colaborativo, integrando arquitectos, ingenieros, constructores y gestores en una plataforma común que reduce la fragmentación inherente a la industria de la construcción.

En este contexto, resulta crucial contar con profesionales formados tanto en BIM como en sostenibilidad. Estos expertos son esenciales para abordar los desafíos actuales del sector de la construcción. La capacidad para trabajar de manera colaborativa y multidisciplinaria, sumada a los conocimientos en sostenibilidad, les permite anticiparse a problemas futuros y diseñar edificaciones que requieran menos mantenimiento, consuman menos energía y gestionen mejor los recursos, como el agua y la electricidad. Esto no solo optimiza los costos de operación, sino que también reduce la necesidad de intervenciones costosas a largo plazo, mejorando el diseño de manera que contribuye significativamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La formación en estas áreas no solo mejora la calidad del diseño y la construcción, sino que también asegura que los proyectos sean viables y sostenibles a lo largo del tiempo.

Sin embargo, a pesar de los evidentes beneficios de BIM para la sostenibilidad, su adopción ha sido limitada debido a una falta de infraestructura adecuada y a la resistencia cultural dentro del sector de la construcción. Para que BIM se convierta en una herramienta de uso generalizado, es indispensable un enfoque hacia la formación especializada y la modernización de la infraestructura tecnológica. Problemas como la escasez de profesionales formados integralmente en BIM y sostenibilidad, y la falta de competencias específicas, limitan su implementación. Además, muchas empresas del sector son reacias a adoptar nuevas tecnologías debido a los costos iniciales y a la necesidad de modificar procesos tradicionales. La implementación de BIM requiere hardware y

software especializado, así como una infraestructura adecuada para gestionar grandes volúmenes de datos.

Es importante destacar que, aunque los avances en BIM son prometedores, la falta de estándares unificados y las dificultades para integrar diversas plataformas tecnológicas siguen siendo barreras significativas para su implementación. A esto se suma que los altos costos de adopción, tanto en términos de software como de capacitación, constituyen uno de los principales obstáculos para su masificación, especialmente en economías en desarrollo.

Ahora bien, a pesar de los avances tecnológicos y la creciente necesidad de alinearse con los ODS, el sector de la construcción en Colombia enfrenta serias limitaciones en la implementación tanto de la metodología BIM como de prácticas sostenibles. A nivel nacional, los índices de adopción de BIM en el sector de la construcción son bajos. Un estudio de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol, s.f.), muestra que solo un pequeño porcentaje de las empresas constructoras utiliza BIM en sus proyectos, y cuando lo hacen, es de manera limitada, restringida principalmente a la fase de diseño. Esto contrasta con las cifras de otros países, donde la adopción de BIM ha demostrado mejoras tangibles en productividad, reducción de costos y optimización de recursos a lo largo del ciclo de vida de los proyectos. En Colombia, esta falta de adopción se traduce en una productividad inferior a la esperada, tanto en términos de ejecución como en la gestión de los recursos, generando un incremento de hasta un 30% en costos relacionados con el desperdicio de materiales y la ineficiencia en la planificación. Además, los costos operativos de los edificios rara vez son considerados, lo que implica que, a largo plazo, los proyectos no solo son menos rentables sino también menos sostenibles, ya que no se integran estrategias para reducir el consumo energético y el impacto ambiental.

En términos de sostenibilidad, las normativas existentes en Colombia sobre la construcción sostenible no están aun completamente alineadas con las mejores prácticas internacionales, y su aplicación sigue siendo deficiente. Las pocas iniciativas que existen, como certificaciones tipo LEED o EDGE, aún no son una prioridad para la mayoría de los proyectos, lo que significa que el número de edificaciones certificadas como sostenibles es significativamente bajo.

6.2.3. Evaluación de la pertinencia de los contenidos actuales de los programas académicos

Ahora bien, si consideramos el enfoque de este trabajo es fundamental evaluar la pertinencia de los contenidos y la identificación de vacíos en los programas académicos de pregrado, posgrado

y educación continua en relación con la integración de las temáticas de BIM y construcción sostenible. Esta evaluación debe centrarse en el ciclo de vida del proyecto, considerando la necesidad de formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos actuales del sector de la construcción. A continuación, se presenta cada uno de los niveles académicos analizados:

- **Pregrado:** La revisión de los programas de pregrado en Colombia muestra una deficiencia en la inclusión de temáticas actuales como la sostenibilidad y la metodología BIM. La mayoría de estos programas no alcanzan a cubrir más del 10% de estos contenidos en sus currículos. Además, tienden a enfocarse en conocimientos básicos y tradicionales, sin una integración significativa de tecnologías y prácticas modernas necesarias para el contexto actual de la construcción sostenible.
- **Posgrado:** Los programas de posgrado en Latinoamérica presentan un déficit en la oferta de cursos especializados en BIM. Aunque se encontraron programas en España, ninguno de ellos integra de manera conjunta las temáticas de BIM y construcción sostenible. Los programas de posgrado que sí abordan la sostenibilidad lo hacen de manera parcial y no logran integrar de manera efectiva la metodología BIM, limitando así la formación integral de los profesionales.
- **Educación continua:** Los diplomados y cursos de educación continua analizados también muestran una deficiencia en la oferta de programas que integren ambas temáticas de manera cohesiva. Pocos programas abordan la sostenibilidad de manera adecuada y ninguno lo hace en combinación con BIM. La mayoría de los programas se enfocan en aspectos teóricos sin proporcionar suficientes herramientas prácticas para la implementación de BIM en proyectos sostenibles.

6.2.4. Identificación de vacíos existentes

- **Integración de contenidos:** Existe una clara falta de programas académicos que integren de manera efectiva la metodología BIM y la construcción sostenible a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La mayoría de los programas abordan estas temáticas de manera aislada.
- **Formación en ciclo de vida del proyecto:** Los programas actuales no ofrecen una formación integral que cubra todas las etapas del ciclo de vida del proyecto desde una perspectiva de sostenibilidad y productividad. Esto incluye desde la planificación y diseño hasta la construcción y operación.

- **Herramientas y tecnologías modernas:** La ausencia de formación en herramientas y tecnologías modernas, como BIM, que son cruciales para mejorar la productividad y sostenibilidad en la construcción, representa un vacío significativo en la educación actual.

6.2.5. Propuesta de los contenidos para el diplomado enfocado a sostenibilidad y metodología BIM aplicado a proyectos de edificación

La adopción de normas internacionales como la serie ISO 19650 y la ISO 15392:2019, así como la NTC 6112 de 2016 y el Documento CONPES 3919 de 2018, establecen marcos regulatorios y principios que promueven la sostenibilidad en la construcción. Estas normas subrayan la importancia de integrar criterios de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones, desde el diseño hasta la operación y el mantenimiento.

La metodología BIM es crucial para la sostenibilidad en la construcción, facilitando la gestión de información durante todo el ciclo de vida del proyecto, mejorando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental. Un ejemplo de ello es la Resolución No. 0441 de 2020 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2020), que fomenta el uso de BIM en la digitalización de licencias de construcción, subrayando así la creciente adopción de esta metodología en el sector.

Actualmente, muchos programas académicos de pregrado, posgrado y educación continua carecen de una integración adecuada entre BIM y la sostenibilidad. La ausencia de contenidos que aborden de manera integral estas temáticas deja a los profesionales del sector de la construcción sin las competencias necesarias para enfrentar los desafíos ambientales, sociales y económicos actuales.

Con base en lo desarrollado y analizado previamente, ofertar un programa de educación continua enfocado en sostenibilidad y metodología BIM aplicado a proyectos de edificación es vital para estructurar una capacitación integral, en donde, se provea una formación completa que combine la teoría y la práctica en sostenibilidad y BIM, dotando a los profesionales de las herramientas y conocimientos necesarios para implementar proyectos sostenibles. Asimismo, debe existir una actualización de las competencias de los profesionales en el sector, alineándolas con las normativas y estándares actuales, como las normas ISO y los criterios nacionales de sostenibilidad. También es importante, promover la innovación en la construcción mediante el uso de tecnologías avanzadas y técnicas modernas que optimicen los procesos y reduzcan el impacto ambiental, con una metodología que fomente la colaboración entre diferentes actores del sector de la construcción,

mejorando la gestión de proyectos a través de BIM, que permite una planificación y ejecución más coordinada y eficiente.

Partiendo de la premisa de que el diplomado propuesto debe responder a la creciente necesidad de integrar la sostenibilidad y la metodología BIM en los proyectos de edificación, se proponen una serie de módulos diseñados para construir progresivamente el conocimiento y las habilidades necesarias para que los profesionales del sector de la construcción implementen de manera efectiva y eficiente prácticas sostenibles, aprovechando al máximo las capacidades de BIM, así:

- **Modulo 1. Introducción:** Este módulo establece las bases conceptuales de BIM y su relación con la sostenibilidad en la construcción. Aquí, los participantes entenderán qué es, cómo funciona a lo largo del ciclo de vida de un proyecto y por qué se considera una metodología sostenible. A través de ejemplos prácticos y casos de estudio, los estudiantes aprenderán sobre las terminologías esenciales de BIM y cómo pueden aplicarse para mejorar los resultados ambientales y económicos de un proyecto.
- **Modulo 2. Planeación:** Este módulo profundiza en la planificación de proyectos mediante la creación de un plan de ejecución BIM, en el cual los participantes aprenderán a definir los alcances del proyecto y establecer los lineamientos necesarios para una ejecución eficiente. También se abordará el uso de entornos comunes de datos, los cuales facilitan la coordinación de equipos y el manejo de información del proyecto, garantizando la trazabilidad y control de los datos en tiempo real.
- **Modulo 3. Diseño:** El enfoque de este módulo está en la fase de diseño de proyectos utilizando BIM. Aquí, los participantes desarrollarán modelos tridimensionales de urbanismo, estructuras, arquitectura, y redes e instalaciones, integrando criterios de sostenibilidad en cada etapa del diseño. El uso de simulaciones energéticas y el análisis de costos del ciclo de vida (ACV) permitirán a los participantes optimizar el diseño desde un enfoque técnico y económico.
- **Modulo 4. Coordinación y gestión del proyecto:** El último módulo se centra en la coordinación y gestión del proyecto a través del uso de BIM, asegurando que todas las especialidades (arquitectura, ingeniería y construcción) trabajen en armonía. Se enseñará cómo simular el proceso constructivo y realizar seguimientos de calidad en todas las fases del proyecto, identificando posibles riesgos y mejorando continuamente mediante lecciones

aprendidas. Este módulo resalta la importancia de las simulaciones de sostenibilidad para prever y mitigar impactos ambientales negativos.

Con base en lo anterior, se propone la siguiente estructura curricular para el diplomado enfocado a sostenibilidad y metodología BIM aplicado a proyectos de edificación:

Modulo 1. Introducción.

BIM y Sostenibilidad:

- ¿Qué es Building Information Modeling?
- ¿Qué es ciclo de vida?
- ¿Porque BIM es sostenible?
- Terminologías BIM.
- Casos de estudio.
- Sostenibilidad en edificaciones.
- Indicadores.
- Diseño bioclimático.
- Confort ambiental.
- Eficiencia energética.
- Impacto ambiental.
- Simulaciones de desempeño.
- Eficiencia en agua.
- Sistemas de captación y reutilización.
- Materiales de construcción de baja energía embebida.
- RCD y reutilización de materiales en la construcción.
- Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta.
- Confort higro-térmico.
- Iluminación.
- Acústica.
- Sostenibilidad del emplazamiento.
- Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales.
- Sostenibilidad urbana.
- Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.

Normativa:

- Normativa nacional e internacional.
- Certificaciones (LEED, EDGE, BREAM, ISO 14000).

Gestión de proyectos:

- Plan de Ejecución BIM.
- Taller de riesgos.
- Seguimiento y control de calidad.
- Coordinación de especialidades.
- Trabajo colaborativo.
- Cálculo del costo del ciclo de vida.

Modulo 2. Planeación.**Plan de Ejecución BIM:**

- Definición de alcances del proyecto.
- Estructuración del plan de ejecución BIM.

Entornos comunes de datos:

- Infraestructura tecnológica.
- Entornos y plataformas web para la revisión de modelos BIM.
- Caracterización del caso de estudio a nivel BIM.

Modulo 3. Diseño.

- Formulación de estrategias de sostenibilidad.
- Desarrollo de arquitectura e ingenierías en 3D.
- Simulación de casos base, mejorado y optimizado.
- Factibilidad técnica y económica (costo del ciclo de vida).

Modulo 4. Coordinación y gestión del proyecto.

- Coordinación de especialidades.
- Simulación de proceso constructivo.
- Talleres de aseguramiento.
- Talleres de riesgos.
- Seguimiento y control de calidad.
- Talleres de lecciones aprendidas.

Anexo 12. Cuadro de Contenidos y Ejes Temáticos.

6.3. Fase 3. Definir los lineamientos y alcances programáticos

Teniendo en cuenta la normativa vigente en Colombia, se realiza una revisión a nivel académico para determinar los componentes aplicables al diplomado propuesto. Actualmente, la legislación aplicable para la construcción de programas académicos y la obtención de registros calificados corresponde al Decreto No. 1330 de 2019 (Ministerio de Educación Nacional, 2019). No obstante, dicha reglamentación está dirigida a programas académicos de nivel pregrado y posgrado.

El objetivo de este trabajo es proponer y estructurar un programa académico de educación continua tipo diplomado. Por lo tanto, no es posible aplicar en su totalidad las consideraciones del decreto mencionado. Sin embargo, se llevará a cabo una revisión de las condiciones establecidas en dicho decreto que puedan ser relevantes y aplicables al programa que se propone en este documento. Esta adaptación permitirá asegurar que la estructura del programa de educación continua cumpla con estándares de calidad y pertinencia, respondiendo adecuadamente a las necesidades formativas del sector de la construcción en el contexto actual. No obstante, es indispensable aclarar que dicha estructuración se realizará de manera general, considerando que no se encuentra adscrita a ninguna institución educativa y que los aspectos pertenecientes con este componente no pueden ser desarrollados en su totalidad.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional regula la estructura y el contenido de los sílabos o planes de estudio en las instituciones educativas, especialmente en el ámbito de la educación superior. El sílabo es un documento clave que detalla los aspectos fundamentales de una asignatura o módulo dentro de un programa académico. Aunque puede haber variaciones dependiendo de la institución, por lo anterior, se consignarán los elementos básicos para incluir en el sílabo, según las directrices de dicho ministerio:

- Identificación.
- Descripción.
- Justificación.
- Unidad de competencia del espacio académico.
- Descripción de los módulos.
 - Nombre.
 - Descripción.
 - Objetivo.

- Enseñanzas.
- Ejes temáticos.
- Alcances por ejes temáticos.
- Resultados de aprendizaje.
- Metodología.
- Recursos.
- Evaluación.
- Bibliografía.

Anexo 13. Silabo de diplomado Sostenibilidad y BIM

Anexo 14. Matriz de intensidad horaria de diplomado Sostenibilidad y BIM

Igualmente, se identifican y adaptan ciertas disposiciones del Decreto No. 1330 de 2019 (Ministerio de Educación Nacional, 2019) que son aplicables y pertinentes para la creación del programa académico de educación continua propuesto en este trabajo. Estos aspectos se han integrado en el documento maestro para asegurar que el diplomado cumpla con altos estándares de calidad y responda eficazmente a las necesidades del sector de la construcción, con un enfoque en sostenibilidad y digitalización a través de la metodología BIM. Estos componentes son:

1. **Propósitos de formación y pertinencia:** Definir claramente los objetivos y propósitos del diplomado, asegurando su pertinencia con las necesidades actuales del sector de la construcción, así como con los avances en sostenibilidad y digitalización mediante BIM. Estos propósitos están alineados con la demanda del mercado laboral y las metas de desarrollo sostenible.
2. **Currículo:** Plan de estudios coherente y estructurado que incorpora competencias y contenidos actualizados, en sintonía con los requerimientos formativos del mercado laboral y las tendencias emergentes en el sector de la construcción. Además, la implementación de metodologías de enseñanza-aprendizaje innovadoras, como el aprendizaje basado en proyectos y el uso de tecnologías digitales, que favorecen el desarrollo de competencias prácticas y teóricas.
3. **Recursos humanos:** El programa debe contar con un equipo docente altamente cualificado, con experiencia académica y profesional relevante en las áreas de sostenibilidad y BIM. Este equipo debe estar capacitado para brindar una formación integral que combine teoría y práctica, adaptándose a las necesidades específicas del diplomado.

4. **Infraestructura y recursos académicos:** Asegurar que los participantes del diplomado tengan acceso a recursos bibliográficos y tecnológicos adecuados para el desarrollo de sus actividades académicas. Esto incluye el uso de plataformas digitales, software especializado en BIM y sostenibilidad, así como acceso a bases de datos y bibliotecas virtuales.
5. **Autoevaluación y mejora continua:** Establecer mecanismos robustos de evaluación y retroalimentación que permitan la mejora continua del programa, apoyándose en la opinión de los estudiantes, la cual se recopila en los resultados obtenidos durante y después de la formación. Esto garantiza un proceso de aprendizaje dinámico y adaptativo.
6. **Sostenibilidad y proyección social:** Integrar de manera transversal componentes que promuevan la sostenibilidad y el impacto social positivo, alineados con los ODS. Esta integración no solo enriquece el perfil de los graduados, sino que también contribuye a la transformación positiva del sector de la construcción.

Aunque estos puntos no son de obligatorio cumplimiento para un diplomado no adscrito a una institución de educación superior, su adopción eleva la calidad y la credibilidad del programa. Además, el cumplimiento de estos estándares añade un valor agregado tanto para los participantes como para los empleadores potenciales.

Anexo 15. Documento maestro de diplomado Sostenibilidad y BIM.

Para la validación por parte de expertos y profesionales del sector, se consolidó la información en un brochure que destacó los aspectos más relevantes de la propuesta del diplomado. Posteriormente, se organizaron reuniones, tanto virtuales como presenciales, con expertos del ámbito académico, de la construcción, y especialistas en sostenibilidad y BIM. Las observaciones y sugerencias obtenidas durante estas reuniones permitieron realizar ajustes y optimizaciones a la propuesta final, garantizando que el diplomado sea pertinente y aplicable a las necesidades actuales del sector de la construcción además de estar alineado con las tendencias de sostenibilidad y tecnología.

7. Resultados

7.1.Resultados del objetivo 1: Caracterización de programas académicos en construcción sostenible y BIM

7.1.1. *Análisis de la oferta académica*

Como se mencionó anteriormente, se revisaron las ofertas académicas de diversas instituciones educativas a nivel de pregrado, posgrado y educación continua (diplomados) en las temáticas de BIM y construcción sostenible. Con esta información, se analizaron los programas disponibles en diferentes países y se identificaron aquellos que integran ambos enfoques en su currículo.

Los resultados indican una tendencia creciente hacia la inclusión de contenidos relacionados con sostenibilidad, aunque todavía existen carencias en la integración efectiva de BIM como herramienta clave en estos programas.

7.1.2. *Cuadros resumen de la oferta académica*

Como parte de la caracterización, se presentan los cuadros resumen de la oferta académica identificada, en donde se consolidan las características principales de cada programa, incluyendo su alcance, enfoque y nivel de integración de BIM y sostenibilidad. Estos cuadros reflejan los atributos presentes y las áreas faltantes en los programas revisados. Los datos recopilados permiten un diagnóstico claro de las necesidades del sector en cuanto a formación académica y continua.

7.2.Resultados del objetivo 2: Categorización de contenidos en BIM y construcción sostenible

7.2.1. *Identificación de vacíos y fortalezas*

Se realizó un análisis exhaustivo de la incidencia y la articulación de los contenidos de BIM y construcción sostenible en los programas académicos revisados. Los resultados indican que, aunque algunos programas han logrado una buena integración de los conceptos teóricos y prácticos, muchos carecen de un enfoque sistemático que abarque el ciclo de vida de los proyectos desde una perspectiva de sostenibilidad. Este análisis permitió identificar tanto las fortalezas de los programas existentes como los vacíos críticos que el nuevo diplomado propuesto busca complementar.

7.2.2. *Propuesta de contenidos para el diplomado*

A partir de los resultados del análisis exhaustivo de las necesidades del sector de la construcción en relación con la integración de la metodología BIM y los principios de

sostenibilidad, se ha desarrollado una propuesta detallada de contenidos para el diplomado. Esta propuesta tiene como objetivo asegurar una cobertura integral de las competencias necesarias para enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector, promoviendo prácticas sostenibles y el uso eficiente de tecnologías digitales avanzadas.

La propuesta de contenidos se organiza en módulos estructurados, cada uno de los cuales aborda un aspecto fundamental de la formación en BIM y sostenibilidad. Estos módulos están diseñados para ser secuenciales y complementarios, garantizando una progresión lógica en el aprendizaje y la adquisición de competencias tanto teóricas como prácticas. A continuación, se proporciona un resumen de cada uno de ellos.

- **Fundamentos de BIM y sostenibilidad:** Este módulo introductorio cubre los conceptos básicos de la metodología BIM y su relación con la sostenibilidad en el ciclo de vida de los proyectos de construcción. Se abordan temas como el impacto ambiental de las construcciones, los principios de diseño sostenible y la importancia de la gestión eficiente de recursos. Este módulo sienta las bases para comprender cómo BIM puede ser un facilitador clave en la implementación de estrategias sostenibles.

- **Herramientas Tecnológicas Aplicadas:** Un componente crucial del diplomado es la formación en el uso de herramientas tecnológicas de vanguardia. Se destaca el uso de Autodesk Revit, ArchiCAD y otros software BIM que permiten la creación y gestión de modelos digitales de construcción. Además, se introduce a los estudiantes en el uso de software de simulación como EnergyPlus y DesignBuilder, los cuales son esenciales para evaluar y optimizar la eficiencia energética de los proyectos.

- **Simulación y evaluación de sostenibilidad:** En este módulo, se profundiza en el uso de herramientas de simulación para evaluar el impacto ambiental de los proyectos. Los estudiantes aprenden a utilizar software especializado para simular el comportamiento energético de los edificios, calcular la huella de carbono y evaluar otras métricas de sostenibilidad. La capacidad de realizar estas evaluaciones es crítica para tomar decisiones informadas durante la fase de diseño y construcción.

- **Plataformas colaborativas y gestión de proyectos:** Dado que la metodología BIM se basa en la colaboración entre diferentes actores del proyecto, este módulo se centra en el uso de plataformas colaborativas como Autodesk BIM 360 y Trimble Connect. Los estudiantes aprenden a gestionar la información del proyecto en tiempo real, facilitar la comunicación entre equipos y

coordinar tareas a través de un entorno digital compartido. Además, se integran elementos de gestión de proyectos utilizando herramientas como Microsoft Teams para garantizar una coordinación eficiente.

- **Casos de estudio y aplicación práctica:** Para consolidar el aprendizaje, el diplomado incluye el análisis de casos de estudio reales en los que se han implementado exitosamente estrategias BIM y sostenibles. Los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en un proyecto simulado, permitiendo una experiencia práctica que refleja situaciones del mundo real. Este enfoque práctico garantiza que los graduados se encuentren preparados para enfrentar los retos del mercado laboral.

- **Normativa y certificaciones en construcción sostenible:** Finalmente, el diplomado aborda las normativas vigentes y los estándares internacionales relacionados con la construcción sostenible y el uso de BIM. Se analizan las certificaciones más relevantes, como LEED y BREEAM, y su aplicación en proyectos de edificaciones, lo que añade un valor agregado al perfil profesional de los graduados.

7.3.Resultados del objetivo 3: Definición de lineamientos para el diplomado.

7.3.1. Consolidación de silabo

El silabo consolidado para el diplomado incluye una propuesta detallada de la unidad de competencia del espacio académico para cada uno de los módulos. También incorpora la descripción, el objetivo, los contenidos, los ejes temáticos, los alcances y los resultados de aprendizaje, así como la metodología, los recursos educativos requeridos, la evaluación y la bibliografía.

7.3.2. Consolidación del documento maestro

El documento maestro consolidado incluye una propuesta detallada de los lineamientos programáticos, los perfiles de ingreso y egreso, las competencias a desarrollar y la metodología de enseñanza. Se definieron unidades de competencia específicas y transversales, alineadas con los objetivos de sostenibilidad y la metodología BIM.

7.3.3. Validación por expertos

Se realizó una validación externa de los contenidos propuestos por parte de expertos en sostenibilidad y BIM. Las sugerencias recibidas permitieron ajustar y afinar la propuesta final del diplomado, asegurando su pertinencia y aplicabilidad en el contexto actual del sector de la construcción.

8. Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo evidencian la necesidad y pertinencia de un diplomado especializado en BIM y construcción sostenible. El análisis de la oferta académica existente revela carencias significativas en la articulación de estas temáticas, lo que subraya la relevancia de la propuesta desarrollada. Ya que no solo aborda estas carencias, sino que también se posiciona como una herramienta formativa clave para preparar a los profesionales de la construcción ante los retos y oportunidades que presenta la creciente demanda de sostenibilidad en el sector.

Por lo tanto, el programa propuesto contribuirá significativamente con el desarrollo de competencias específicas en construcción sostenible y BIM, capacitando a los estudiantes para aplicar principios avanzados en proyectos reales. Además, la integración de herramientas tecnológicas de vanguardia y metodologías de enseñanza innovadoras aseguran que los graduados cuenten con insumos para enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector.

Por lo tanto, con la puesta en marcha de esta iniciativa se espera tener un impacto positivo en el mercado laboral, incrementando la competitividad de los profesionales formados bajo este esquema. La demanda de expertos en BIM y sostenibilidad es creciente, y este programa está diseñado para satisfacer esas necesidades, proporcionando una formación que es actual y relevante.

De igual forma, el diplomado se encuentra alineado con los ODS, promoviendo la formación de profesionales competentes técnicamente y comprometidos con la creación de un impacto positivo en la sociedad. La incorporación de dichos elementos promueve la sostenibilidad en la construcción, asegurando que la propuesta formativa responda a las demandas del mercado y contribuya a consolidar el bienestar global.

Una de las recomendaciones es que, durante la implementación, se lleve a cabo de manera permanente una revisión y actualización periódica de los contenidos programáticos del diplomado, para asegurar que se mantengan alineados con las últimas tendencias y avances tecnológicos en el sector.

También se sugiere, una vez implementado, considerar la expansión de la oferta académica, incluyendo la posibilidad de desarrollar programas complementarios o avanzados en temas específicos de sostenibilidad y BIM, como la certificación LEED o la gestión de proyectos sostenibles.

9. Referencias

- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/ONU-Agenda-2030.pdf>
- Asamblea General de Naciones Unidas. (2000). *Resolución 55/2. Declaración del Milenio*. <https://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (1996). *Actualización y modernización curricular en Ingeniería Civil*. <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2013/08/Actualizaci%C3%B3n-y-Modernizaci%C3%B3n-Curricular-Ingenier%C3%ADa-Civil-1996.pdf>
- BIM Forum Chile. (2017, July 26). *BIM Forum Chile asume coordinación de BIM Forum Latam*.
- BuildingSMART Spain. (2021). *Introducción a la serie EN-ISO 19650*. https://www.buildingsmart.es/app/download/13058827926/ES_Introducci%C3%B3n%20a%20la%20ISO%2019650_Mayo%202021.pdf?t=1709803545
- BuildingSMART Spain. (s.f.). *¿Qué es BIM?*. Recuperado el 24 de octubre de 2022 desde: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Cámara Colombiana de la Construcción. (s.f.). *BIM Forum Colombia*. Recuperado el 21 de noviembre de 2022 desde: <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum>
- Chong, H.-Y., Lee, C.-Y., & Wang, X. (2017). A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability. *Journal of Cleaner Production*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616315748>
- Colombia Productiva. (s.f.). *¿Qué es el sector de industrias para la construcción?* Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Recuperado el 06 de noviembre de 2022 desde: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/manufactura/industrias-para-la-construccion>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *Documento CONPES 3919 de 2018 - Política Nacional de Edificaciones Sostenibles*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

- Corporación Universitaria Empresarial Alexander Von Humboldt. (s.f.). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.cue.edu.co/programa/162/ingenieria-civil/483/plan-de-estudios>
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. (s.f.). *Ingeniería Civil*. R Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.uniminuto.edu/oferta-academica/ingenieria-civil/ingenieria-civil>
- Corriere, F., & Rizzo, A. (2012). Sustainability in Road Design: a Methodological Proposal for the Drafting of Guideline. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 53, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.858>
- CURT. (2004). *Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation*. <https://kcuc.org/wp-content/uploads/2013/11/Collaboration-Integrated-Information-and-the-Project-Lifecycle.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación y Financiera de Desarrollo Nacional, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio., & Ministerio de Transporte. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Fatourehchi, D., & Zarghami, E. (2020). Social sustainability assessment framework for managing sustainable construction in residential buildings. *Journal of Building Engineering*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101761>
- Green Building Council España & Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen German Sustainable Building Council. (2021). *Construir un mundo mejor*. https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo_59_Informe_ODS%20Construcci%C3%B3n%20sostenible.pdf
- Hossaini, N., Hewage, K., & Sadiq, R. (2015). Spatial life cycle sustainability assessment: A conceptual framework for net-zero buildings. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(8), 2243–2253. <https://doi.org/10.1007/s10098-015-0959-0>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2016). *NTC 6112:2016. Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios ambientales para diseño y construcción de edificaciones sostenibles para uso diferente a vivienda*.

- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 15392:2019 - Sustainability in buildings and civil engineering works — General principles*. <https://www.iso.org/standard/69947.html>
- Jiménez-Roberto, Y., Sarmiento, J. S., Gómez-Cabrera, A., & Leal-del Castillo, G. (2017). Analysis of the environmental sustainability of buildings using BIM (Building Information Modeling) methodology. *Ingeniería y competitividad*, 19(1), 230. <https://doi.org/10.25100/iyc.v19i1.2147>
- Juan, Y. K., Cheng, Y. C., Perng, Y. H., & Castro-Lacouture, D. (2016). Optimal decision model for sustainable hospital building renovation—a case study of a vacant school building converting into a community Public Hospital. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph13070630>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/Cartilla_Criterios_Ambientales_Disenio_y_Construccion_de_Vivienda_Urbana.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Política de gestión ambiental urbana*. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/politica_de_gestion_ambiental_urbana.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.-a). *Construcción Sostenible*. Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana. Recuperado el 24 de octubre de 2022 desde: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/#>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.-b). *Política de Gestión Ambiental Urbana*. Recuperado el 11 de octubre de 2022 desde: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/politica-de-gestion-ambiental-urbana/>
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Decreto No. 1330 de 2019*. Por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del Título 3 de la Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 - Único Reglamentario del Sector Educación. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-387348_archivo_pdf.pdf

- Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Decreto No. 1295 de 2010*. Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior. https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-229430_archivo_pdf_decreto1295.pdf
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Resolución No. 0441 de 2020*. Por la cual se fijan los lineamientos para los curadores urbanos y las autoridades municipales o distritales competentes, encargadas del estudio, trámite y expedición de licencias urbanísticas, participantes o interesadas en participar en el plan piloto para la expedición de licencias de construcción en la modalidad de obra nueva a través de medios electrónicos. <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0441%20-%202020.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Resolución N°0549 de 2015*. Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. <https://camacol.co/sites/default/files/Resoluci%C3%B3n%20549%20de%202015%20con%20Anexos.pdf>
- Mohammed, A. B. (2022). Applying BIM to achieve sustainability throughout a building life cycle towards a sustainable BIM model. *International Journal of Construction Management*, 22(2), 148–165. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1615755>
- Muñoz - La Rivera, F., Hermosilla, P., Delgadillo, J., y Echeverría, D. (2021). Propuesta de construcción de competencias de innovación en la formación de ingenieros en el contexto de la industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). *Formación Universitaria*, 14(2), 75–84. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000200075>
- Nope, A., Ramírez, A. G., García, R., & Forcael, E. (2020). *Design of a nearly zero-energy home with extreme collaboration in BIM*. 734–741. <https://doi.org/10.5151/sigradi2020-101>
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (s.f.). *Diplomado en construcción sostenible*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022 desde: <https://www.politecnicojic.edu.co/diplomados/4155-diplomado-en-construccion-sostenible>
- Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.-a). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 21 de septiembre de 2022 desde: <https://www.javeriana.edu.co/carrera-ingenieria-civil>

- Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.-b). *Diplomado Construcción Sostenible: Eficiencia Energética en Edificaciones y BIM*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022 desde: <https://educacionvirtual.javeriana.edu.co/construccion-sostenible>
- Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.-c). *Maestría en Hábitat Sustentable*. Recuperado el 15 de junio de 2023 desde: <https://seguridadsocial.javerianacali.edu.co/programas/maestrias/maestria-en-habitat-sustentable>
- Pontificia Universidad Javeriana. (s.f.-d). *Modelación y coordinación de proyectos BIM con Autodesk Revit*. Recuperado el 19 de diciembre de 2022 desde: https://www.javerianacali.edu.co/sites/default/files/2022-05/MODELACION_BIM.pdf
- Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. (s.f.-e). *Diplomado Online Building Information Modeling - BIM*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022 desde: <https://educacionvirtual.javeriana.edu.co/building-information-modeling>
- Sánchez, F., Ramírez, A. D., Higuera, J. F., Nope, Y. A., & Berges, I. (2020). *La metodología BIM. Una cualificación indispensable para ingenieros, arquitectos y constructores del siglo XXI*. <https://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2021/01/Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-y-Competencias-COINCOM-CIFCOM2020.pdf#page=76>
- Sánchez, T., D'paola Puche, E., y Botero, L. F. (2015). Building Information Modeling como nueva tecnología en la enseñanza de la ingeniería civil, la arquitectura y la construcción. *Arquetipo*, volumen (10), enero - junio 2015, pp. 87 - 110. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/arquetipo/article/view/441>
- Tech Universidad Tecnológica. (s.f.). *Diplomado Energía en Edificación*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022 desde: www.techtute.com/ingenieria/curso-universitario/energia-edificacion
- Universidad Anáhuac Mayab. (s.f.). *Modelado BIM Arquitectónico*.
- Universidad Autónoma de Occidente. (s.f.). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.uao.edu.co/oferta-academica/pregrado/>
- Universidad Autónoma del Norte. (s.f.). *Diplomado en construcción sostenible*.
- Universidad Católica de Colombia. (s.f.). *Diplomado en Modelado y Gerencia de Proyectos de Construcción con Implementación BIM*.

- Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. (s.f.). *Construcciones Civiles* . Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2023/03/Pensum-Contrucciones-Civiles-2320.pdf>
- Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. (s.f.-a). *Construcción y Gestión en Arquitectura*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.unicolmayor.edu.co/atencion-servicios-ciudadania/programas/pregrados/construccion-gestion-arquitectura-ciclo-profesional>
- Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. (s.f.-b). *Especialización en Metodología BIM para el Desarrollo de Proyectos de la Edificación*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022 desde: <https://www.unicolmayor.edu.co/atencion-servicios-ciudadania/programas/posgrados/especializacion-metodologia-bim-para>
- Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. (s.f.-c). *Maestría en Construcción Sostenible*. Recuperado el 15 de junio de 2023 desde: <https://www.unicolmayor.edu.co/atencion-servicios-ciudadania/programas/posgrados/maestria-construccion-sostenible>
- Universidad de Cataluña. (s.f.). *BIM con Revit® para Arquitectura, Ingeniería y Afines*. Recuperado el 9 de noviembre de 2022 desde: <https://www.ucatalunya.edu.co/diplomados/bim>
- Universidad de Chile. (s.f.). *Diplomado en Modelamiento y Coordinación de Proyectos con BIM*. Recuperado el 9 de noviembre de 2023 desde: <https://fau.uchile.cl/cursos/151488/diplomado-en-modelamiento-y-coordinacion-de-proyectos-con-bim>
- Universidad de la Costa. (s.f.). *Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible*. Recuperado el 15 de junio de 2023 desde: <https://www.cuc.edu.co/maestria-en-proyectos-de-construccion-sostenible>
- Universidad de los Andes. (s.f.). *Pregrado Ingeniería Civil*. Recuperado el 21 de septiembre de 2022 desde: <https://civilyambiental.uniandes.edu.co/es/pregrado/ingenieria-civil>
- Universidad de Medellín. (s.f.). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: https://ingenierias.udemedellin.edu.co/wp-content/uploads/2023/08/ingenieria_civil.pdf
- Universidad del Norte. (s.f.-a). *Diplomado en BIM – Implementación de Modelo Inteligente para Implementación de Gestión de Proyectos de Construcción*.
- Universidad del Norte. (s.f.-b). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde: <https://www.uninorte.edu.co/web/ingenieria-civil>

Universidad del Quindío. (s.f.). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 21 de septiembre de 2022 desde:
<https://www.uniquindio.edu.co/programas/publicaciones/285/ingenieria-civil/>

Universidad del Valle. (s.f.). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde:
<https://eicg.univalle.edu.co/pregrado/ingenieria-civil>

Universidad Gran Colombia. (s.f.-a). *Arquitectura*. Recuperado el 9 de julio de 2023 desde:
<https://www.ugc.edu.co/bogota/facultades/facultad-de-arquitectura/arquitectura>

Universidad Gran Colombia. (s.f.-b). *Arquitectura*. Recuperado el 9 de junio de 2023 desde:
<https://www.ugc.edu.co/sede/armenia/index.php/facultad-arquitectura/arquitectura>

Universidad Gran Colombia. (s.f.-c). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde:
https://www.ugc.edu.co/sede/armenia/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=669

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.-a). *Diplomado en Gestión BIM aplicado a procesos de Edificación*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022 desde:
<https://extension.bogota.unal.edu.co/educacion-continua/gestion-bim-proyectos-edificacion>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f.-b). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 21 de septiembre de 2022 desde:
<https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-civil.html>

Universidad Piloto de Colombia. (s.f.-a). *Diplomado Virtual en Desarrollo de Proyectos en BIM Con énfasis en Revit y Navisworks*.

Universidad Piloto de Colombia. (s.f.-b). *BIM con Revit para Arquitectura y afines*.

Universidad Politécnica de Catalunya. (s.f.). *Máster en bim management. Transformación digital y nuevos modelos de negocio*. Recuperado el 19 de junio de 2023 desde:
<https://www.talent.upc.edu/esp/estudis/formacio/curs/206400/master-formacion-permanente-bim-management-transformacion-digital-nuevos-modelos-negocio/>

Universidad Pontificia Bolivariana. (s.f.-a). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde:
<https://www.upb.edu.co/es/pregrados/ingenieria-civil-monteria>

Universidad Pontificia Bolivariana. (s.f.-b). *Ingeniería Civil*. Recuperado el 13 de junio de 2023 desde:
<https://www.upb.edu.co/es/pregrados/ingenieria-civil-bucaramanga>

Universidad Pontificia Bolivariana. (s.f.-c). *Proyectos integrados con BIM*. Recuperado el 19 de septiembre de 2022 desde:
<https://www.upb.edu.co/es/formacioncontinua/diplomado-proyectos-bim>

- Universidad Ramon Llull. (s.f.). *Máster en BIM management*. Recuperado el 21 de septiembre de 2022 desde: <https://studies.salleurl.edu/master?l=master-en-bim-management&lan=1>
- Universidad San Buenaventura. (s.f.). *Diplomado Online en Construcciones Sostenibles*.
- Universidad Tecnológica Metropolitana. (s.f.-a). *Magíster en tecnologías BIM*. Recuperado el 01 de octubre de 2022 desde: <https://posgrado.utem.cl/las-claves-de-la-cuarta-version-del-magister-en-tecnologias-bim-utem/>
- Universidad Tecnológica Metropolitana. (s.f.-b). *Diploma Tecnologías Digitales BIM para el diseño, gestión y coordinación del proyecto de arquitectura*. Recuperado el 11 de abril de 2023 desde: <https://direcap.utem.cl/programas/diploma-tecnologias-digitales-bim-para-el-diseno-gestion-y-coordinacion-del-proyecto-de-arquitectura/>
- Wang, N., & Adeli, H. (2014). Sustainable building design. In *Journal of Civil Engineering and Management* (Vol. 20, Issue 1, pp. 1–10). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.3846/13923730.2013.871330>
- Weerasinghe, A. S., & Ramachandra, T. (2018). Economic sustainability of green buildings: a comparative analysis of green vs non-green. *Built Environment Project and Asset Management*, 8(5), 528–543. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-10-2017-0105>
- Yu, M., Zhu, F., Yang, X., Wang, L., & Sun, X. (2018). Integrating sustainability into construction engineering projects: Perspective of sustainable project planning. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030784>
- Zigurat Global Institute of Technology. (s.f.-a). *Diplomado en Arquitectura y Construcción Sostenible Low Carbón Green Buildings y Economía Circular*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022 desde: <https://www.e-zigurat.com/es/curso-arquitectura-sostenible-green-building-construction/>
- Zigurat Global Institute of Technology. (s.f.-b). *Máster Internacional BIM Management en Ingeniería Civil y GIS*. Recuperado el 19 de junio de 2023 desde: <https://www.e-zigurat.com/es/master-ingenieria-civil-gis/>
- Zigurat Global Institute of Technology. (s.f.-c). *Máster Internacional en BIM Management*. Recuperado el 19 de junio de 2023 desde: https://www.e-zigurat.com/es/master-bim-manager/?utm_campaign=MBIMEstatica&utm_source=PaidSearch&utm_medium=TextAd&utm_content=SchESMejMBIM&url=https://www.e-zigurat.com/es/master-bim-manager/%3Futm_campaign%3DMBIMEstatica%26utm_source%3DPaidSearch%26utm_

medium%3DTextAd%26utm_content%3DSchESMejMBIM%26gad_source%3D1&gclid=Cj0KCQiAm4WsBhCiARIsAEJIEzUbZEgApaKnkE28JkYuNqCNzZOp8SBM6RAIJe6CUhpbNx7H9Aby86IaAhYQEALw_wcB

Anexos

Anexo 1. Cuadro resumen pregrados – Contenidos Construcción Sostenible	34
Anexo 2. Cuadro resumen pregrados – Contenidos BIM.	34
Anexo 3. Cuadro resumen posgrados – Especializaciones.	35
Anexo 4. Cuadro resumen posgrados – Maestría.....	35
Anexo 5. Cuadro resumen posgrados – Master.....	36
Anexo 6. Cuadro resumen educación continua – Contenidos Construcción Sostenible.....	39
Anexo 7. Cuadro resumen educación continua – Contenidos BIM.	39
Anexo 8. Matriz resumen pregrados.	42
Anexo 9. Matriz resumen posgrados.....	42
Anexo 10. Matriz resumen educación continua – Contenidos BIM.	42
Anexo 11. Matriz resumen educación continua – Contenidos Construcción Sostenible.....	42
Anexo 12. Cuadro de Contenidos y Ejes Temáticos.	69
Anexo 13. Silabo de diplomado Sostenibilidad y BIM.....	71
Anexo 14. Matriz de intensidad horaria de diplomado Sostenibilidad y BIM.....	71
Anexo 15. Documento maestro de diplomado Sostenibilidad y BIM.....	72

	Pregrado								
Universidad	Andes	Nacional de Colombia	Javeriana	Gran Colombia	Gran Colombia	UPB	UPB	Del Quindío	Gran Colombia
Lugar	Bogotá	Bogotá	Bogotá	Bogotá	Armenia	Montería	Bucaramanga	Armenia	Armenia
Pregrado	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Arquitectura	Arquitectura	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil
Duración	8 Semestres	10 Semestres	8 Semestres	10 Semestres	10 Semestres	9 Semestres	9 Semestres	10 Semestres	10 Semestres
	Contenidos								
1	-	-	Construcción Sostenible	-	-	-	-	-	-
			2,17%						
2	-	-	-	-	Introducción a las técnicas Constructivas y Sustentables	-	-	-	-
					1,30%				
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	Estructuras en concreto e Instalaciones sustentables	-	-	-	-
					1,30%				
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	Gestión Ambiental	-
								1,16%	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	Diseño urbano Ambiental	-	INGENIERÍA DE PROCESOS AMBIENTALES	-	bnm.	-
				1,30%		1,4%			
9		Ingeniería Civil Sostenible			Diseño urbano Ambiental	-	-	-	-
		1,66%			1,30%				
10								-	-
Componente de Sostenibilidad Obligatorio	0%	1,66%	2,17%	1,30%	3,90%	1,4%	0%	1,16%	0%
Optativas		TRANSPORTE SOSTENIBLE EVALUACIÓN GEOAMBIENTAL							
		3,33%							

Pregrado								
Universidad	Alexander von Humboldt	Minuto de Dios	Valle	Autónoma de Occidente	Del Norte	De Medellín	Colegio Mayor de Cundinamarca	I. U. Colegio Mayor de Antioquia
Lugar	Armenia	Bogotá	Cali	Cali	Barranquilla	Medellín	Bogotá	Medellín
Pregrado	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Plan en Construcción y gestión en Arqu	Construcciones Civiles
Duración	9 Semestres	10 Semestres	10 Semestres	8 Semestres	10 Semestres	10 Semestres	10 Semestres	10 Semestres
Contenidos								
1	-	-	-	Formación en Cultura Ambiental y Desarrollo Sustentable	-	-	-	-
				1,20%				
2	-	-	-	Ética y Responsabilidad Social	-	-	-	-
				1,20%				
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	CMD Construcción Sostenible Práctica en Responsabilidad Socia	-	-	-	-	-	Gestión Ambiental
		2,35%						1,19%
5	-	Desarrollo Social Contemporáneo	-	-	-	-	-	-
		1,18%						
6	-	CMD Problemática Ambiental	-	-	-	-	-	-
		1,18%						
7	-	-	-	-	-	-	Medio Ambiente	-
							1,73%	
8	Gestión de la Construcción bajo principios de Sostenibilidad		Introducción a la Gestión Ambiental	-	Ingeniería Ambiental	-	-	-
	1,50%		1,17%		1,30%			
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-
Componente de Sostenibilidad Obligatorio	1,50%	4,70%	1,17%	2,40%	1,30%	0,00%	1,73%	1,19%
Optativas		Opción de Grado: MÓDULOS DE EN MAESTRÍA EN CAMBIO CLIMÁTICO						
		• Cambio climático y Desarrollo sostenible • Recursos naturales y Gestión Ambiental • Tecnologías y recursos energéticos • Seminario de investigación I						
		1,76%						

Pregrados (BIM)

Universidad	Alexander VonHumbold	Minuto de Dios	Valle	Autonoma de Occidente	Del Norte	De Medellin
Lugar	Armenia	Bogotá	Cali	Cali	Barranquilla	Medellin
Pregrado	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil	Ingeniería Civil
Duración	9 Semestres	10 Semestres	10 Semestres	8 Semestres	10 Semestres	10 Semestres
	Contenidos					
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	Civil CAD - AutoCAD 3D	-	-
				1,20%		
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
Componente de Modelación Obligatorio	0,00%	0,00%	0%	1,20%	0,00%	0,00%
		Opción de Grado: MODELADO DE INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN: BIM				
		<ul style="list-style-type: none"> • GIS: Sistemas de Información Geográfica • 3D: Modelado 3D de prototipos Digitales e Impresión 3D • 4D: Programación del proyecto y simulación • 5D: Presupuesto Automático del prototipo Digital 				
		1,76%				

Pregrados (BIM)

Universidad	Colegio Mayor de Cundinamarca	I. U. Colegio Mayor de Antioquia
Lugar	Bogotá	Medellín
Pregrado	Profesional en Construcción y gestión en	Construcciones Civiles
Duración	10 Semestres	10 Semestres
	Contenidos	
1	-	
2	-	LEVANTAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS
		1,19%
3	INTERPRETACIÓN DE PLANOS - BIM I	
	1,16%	
4	INTERPRETACIÓN DE PLANOS - BIM I I	DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR
	1,16%	1,19%
5	-	
6	-	
7	-	
8	-	
9	-	
10	-	
Componente de Modelación Obligatorio	2,31%	2,38%

Especialización		
Universidad	Colegio Mayor de Cundinamarca	Colegio Mayor de Cundinamarca
Lugar	Bogotá	Bogotá
Título	ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN METODOLOGÍA BIM PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE LA EDIFICACIÓN	ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE
Duración	2 Semestre	3 Trimestres
Modalidad	Presencial	Presencial
Semestre	Contenidos	Contenidos
1	<ul style="list-style-type: none"> • BIM Arquitectónico • BIM Técnico • Coordinación BIM • BIM en Proyectos de Infraestructura • BIM en el Desarrollo de Objetos 	I EDIFICACIÓN Y MEDIO AMBIENTE Sostenibilidad, medio ambiente y edificación 2 Gestión de la edificación y medio ambiente 2 Edificación y medio ambiente 2 Recursos, medio ambiente y edificación 2
	0%	0%
2	<ul style="list-style-type: none"> • BIM 4D / 5D Programación de Obra y Presupuesto • BIM 6D / 7D Sostenibilidad y Ciclo de Vida de la Edificación <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos BIM • BIM en Proyectos Patrimoniales • BIM en la Industrialización de la Edificación 	II MATERIALES Y DESECHOS EN LA EDIFICACIÓN Sostenibilidad, materiales y desechos de construcción 2 Gestión de materiales y desechos de construcción 2 Edificación: materiales y desechos 2 Recursos: materiales y desechos 2 Seminario de Investigación I 1
	20%	0%
3		III EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN Sostenibilidad y eficiencia energética en la edificación 2 Gestión y eficiencia energética 2 Eficiencia energética en la edificación 2 Recursos y eficiencia energética 2 Seminario de Investigación II 1
		0%

Maestrias

Universidad	Tecnologica Metropolitana	Colegio Mayor de Cundinamarca	Pontificia Universidad Javeriana	De la Costa
Lugar	Chile	Bogotá	Cali	Barranquilla
Título	Magíster en Tecnologías BIM	Maestría en Construcción Sostenible	Maestría en Hábitat Sustentable	Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible
Duración	4 Semestres	4 Semestres	3 Semestres	4 Semestres
Modalidad	Presencial - Vespertina	Presencial	Presencia	Presencial
Semestre	Contenidos			
1	Metodologías de la Investigación Aplicada Teoría del BIM y Políticas Públicas Modelamiento BIM	Desarrollo sostenible_3 Gestion ambiental y normatividad_3 Confort, agua y energia_3 Materiales y residuos_3	Hábitat y Sustentabilidad _3 Ética_2 Proyecto Hábitat I_4 Confort y Clima_3 Hábitat y Calidad de vida_3	Infraestructura sostenible y bioconstrucción_3 Sistema, Tecnologia y Materiales de Construccion Sostenible_3 Gestion de pCS - SIG_3 Proyecto Master I (Entorno y Argumentacion)_3
	0%	0%	0%	0%
2	Programación en BIM Interoperabilidad y Estándares Consultoría Multiroles y Dirección de Proyectos	Gestion de proyectos_3 Bioclimatica y sistemas activos_3 Ciclo de vida e innovacion_3 Seminario de la investigacion_3	Construcción Sustentable_3 Proyecto Hábitat II_4 Estrategias Bioclimáticas_3 Seminario de Investigación en Hábitat_3	Ingeniería sostenible: Eficiencia energetica y del recurso hidrico_3 Gestion de residuos (RCD) y ciclo de vida de los materiales (ACV)_3 Proyecto Master II (Planificacion y diseño)_3
	0%	0%	0%	0%
3	BIM para Ingeniería, Minería y Coordinación BIM para Arquitectura y Construcción Industria 4.0	Proyecto de investigacion I_2 Reflexion etica:Responsabilidad social_2 Electiva 1_4 Electiva 2_4	Estudio de casos y simulación_2 Proyecto de Grado en Hábitat Sustentable_4 Comportamiento Energético de Edificaciones_3 Electiva Interdisciplinar_2	TICs aplicada a la construccion sostenible (Simulacion)_3 Proyecto Master III (Prototipado)_3 Electiva I_3
	0%	0%	0%	0%
4	Trabajo de Graduación	Proyecto de investigacion II_12		Proyecto Master IV (Evaluación)_3 Electiva II_3 Electiva III_3
	0%	0%	0%	0%
Nota:	Implementará en su desarrollo profesional los sellos institucionales de sustentabilidad, tecnología y responsabilidad social a partir de la simulación de desempeño energético, uso de tecnologías de alto nivel, y el trabajo con población vulnerable en materias vinculadas a las disciplinas del programa.			
		<u>Electivas</u>		
		ENERGÍA		
		Energías renovables Simulación energética		
		MATERIALES		
		Análisis del ciclo de vida Economía Circular		
		TERRITORIO		
		Urbanismo y Entornos Sostenibles		
		GESTIÓN		
		Administración de Proyectos		

Master (Especialización)

Universidad		ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA	Ramon Llull Campus La Salle
Lugar		Barcelona		Barcelona	Barcelona
Titulo		Máster Internacional en BIM Management	Máster Internacional BIM Management en Ingeniería Civil y GIS	MÁSTER EN BIM MANAGEMENT. TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	Máster en BIM MANAGEMENT
Tipo de Título		Propio	Propio	Propio	Propio
Duración		1 año	1 año	1 año	2 Semestres
Modalidad		Presencial / Virtual	Presencial / Virtual	Presencial / Virtual	Presencial / Virtual
Módulos		Contenidos			
Componentes	Ambientación	M1. Gestión de la información. M2. OpenBIM y práctica colaborativa.	M1. Data Management: Principios de la gestión de la información. M2. OpenBIM para la práctica coordinada.		
		20%	20%		
	Modelación	M4A. Autoría en diseño con software BIM (Revit). M4B. Autoría en diseño con software BIM (Archicad). M5. Herramientas de análisis de interoperabilidad.	M3. Sistemas de Información Geográfica (GIS) y Cartografía. M4. Diseño coordinado de Carreteras / Gestión de documentación BIM. M5. BIM para proyectos complementarios: sistemas de drenaje y estructuras. M6A. Diseño de ferrocarriles. M6B. Diseño de equipos hidroeléctricos.	BIM para Modelado: Edificación - Instalaciones - Estructuras - Obra Civil BIM para Cálculo y Simulación: Edificación - Instalaciones - Estructuras - Obra Civil.	Proyecto Arquitectónico BIM _5 Estructuras BIM _5 Sistemas BIM _5 Estándares e Interoperabilidad _5
		20%	40%	36%	50,00%
	Construcción	M6. Planificación y estimación de costes en construcción. M7. Pre-construcción, construcción y entrega con software BIM. M8. Coordinación y dirección de obra.	M7. Virtual Designa Construcción (VDC) y planificación BIM en 4D. M8. Presupuesto de construcción (BIM 5D), seguimiento y control.	Proyecto Multidisciplinario IPD BIM para Construcción, Operaciones y Mantenimiento	
		20,0%	20%	40%	
	Gestión e Implementación	M9. Intercambio de información en la gestión de activos. M10. Estrategias de implementación por etapas. M11. Implementación de BIM.	M9. Asset Performance – integración de data en el control de ciclo de vida. M10. Gestión de datos para operación y servicio de carreteras. M11A. Gestión de datos para operación y servicio de ferrocarril. M11B. Gestión de datos para servicio y mantenimiento de equipos hidroeléctricos.	Gestión Colaborativa y Factor Humano BIM como Modelo de Negocio	Documentación y Base de Datos _5 Procesos y Gestión _5 Control Económico _5 Control de Interferencias _5
		40%	20%	24%	50,00%
	Sostenibilidad	No existe	No existe	No existe	No existe
		0%	0%	0%	0%
Evaluación	Proyecto final de Máster	Proyecto final de Máster		Proyecto Final de Postgrado en Producción BIM Proyecto Final de Postgrado BIM Management	
Nota:	En Colombia no hay maestrías en BIM según el SNIES En México no se encuentran maestrías en BIM				

Diplomados			
Universidad	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	San Buenaventura	Autónoma del Norte
Lugar	Medellín	Cali	Cúcuta
Título	Diplomado en construcción sostenible	Diplomado Online en Construcciones Sostenibles	Diplomado en construcción sostenible
Duración	120	80	120
Modalidad	Virtual	Virtual	Presencial
Módulos	Contenidos		
1	Principios de la sostenibilidad Ética y sostenibilidad	Introducción al curso. / "Un Cambio de Paradigma a nivel Mundial". Legislación internacional / Protocolo de Kioto. Estado del arte, definiciones y mediciones a nivel mundial. Generalidades en la Sostenibilidad: Aspectos Económicos, Aspectos Sociales, Aspectos Medio Ambientales. Legislación: Ley 164-1995, Ley 629-2000. Legislación Nacional / histórico y tendencia: Ley 388-1997, Decreto 1077-2015, Resolución 0549-2015.	Introducción – Normatividad.
2	Diagnóstico de la edificación Sistemas y edificaciones pasivas	Construcción Sostenible / Min Vivienda. Definición Construcción Sostenible e interpretaciones. Bioclimática, definición e interpretaciones: Eficiencia energética, Energías renovables	Certificación EDGE
3	Ahorro y consumo de agua Ahorro y consumo de energía	Certificaciones. (LEED, EDGE, BREAM , ISO 14000). Eficiencia en agua: Sistemas de captación y reutilización. Materiales de construcción de baja energía embebida: RCD y reutilización de materiales en la construcción. Fase actual y experimentación. Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta: Confort higro-térmico, Iluminación, Acústica. Sostenibilidad del emplazamiento: Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales. Edificaciones y entorno exterior: Urbanismo / permisos y trámites. Sostenibilidad urbana: Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.	Certificación LEED.
4	Construcciones sostenibles urbanas Construcciones sostenibles rurales	Construcción sostenible / Legislación y tendencia Ciudad de Santiago de Cali: Manual de Construcción Sostenible para la ciudad de Santiago de Cali. Microzonificación climática de Santiago de Cali: Prácticas ambientales en el sector de la construcción, Adaptación climática y cambio climático. Riesgos y mitigación, Protección de la biota y emplazamiento de coberturas vegetales en la construcción. Legislación: Art. 106 del P.O.T., Decreto 0472-2017, Decreto 0771-2019, Resolución 1529-2019.	Arquitectura Bioclimática.
5	Materiales sostenibles en el mundo Sostenibilidad en el mundo	Diseño de edificaciones sostenibles. Experiencias de empresas (proveedores y edificaciones) Herramientas de diseño y cumplimiento de la legislación a nivel nacional y local: Aplicación de conceptos a vivienda, Aplicación de conceptos a edificaciones educativas, Aplicación de conceptos a hospitales. Universidad de San Buenaventura / Solar Decathlon.	Consumo Energético.
6	Normatividad en Colombia Sello ambiental colombiano Certificaciones sostenibles en Colombia		Coordinación de Diseños.
7			Taller Práctico.
8			
9			

Diplomados			
Universidad	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	Pontificia Universidad Javeriana
Lugar		Barcelona	Bogotá
Título	Diplomado construcción sostenible: Sostenibilidad Integral aplicada a la Industria de la construcción	Diplomado en Arquitectura y Construcción Sostenible Low Carbón Green Buildings y Economía Circular	Alto Desempeño Ambiental en Edificaciones + BIM
Duración	114	12 Semanas	120
Modalidad	Virtual	Virtual	Virtual
Módulos	Contenidos		
1	<p>Introducción a la construcción Sostenible</p> <p>Marco normativo en Colombia para la construcción Sostenible</p> <p>Salud y bienestar en el entorno edificado</p> <p>Proceso Integrativo</p> <p>Introducción al condicionamiento</p> <p>BIM y sostenibilidad</p> <p>Territorio y paisaje</p> <p>Bioclimática</p> <p>Biofísica</p> <p>Eficiencia energética</p> <p>Energías renovables</p> <p>Gestión sostenible y circular del agua</p> <p>Sostenibilidad de materiales</p> <p>Sostenibilidad en obra</p>	<p>Los Edificios Medioambientalmente respetuosos:</p> <p>· Marco general de las necesidades de la construcción</p> <p>· Actuación para la obra nueva</p> <p>· Rehabilitación eficiente</p> <p>· Protocolos ambientales LEED y BREEAM</p> <p>· Escalas del diseño</p> <p>· Diseño con impacto social, económico ambiental</p>	<p>Construcción sostenible:</p> <p>Introducción a la construcción sostenible: Conceptos básicos de ecología / protección ambiental y taller de huella ecológica.</p> <p>Sostenibilidad y la industria de la construcción: Conceptos de Ética ambiental, Derecho Ambiental, Desarrollo Sustentable y Economía Ambiental.</p> <p>Tendencias actuales en construcción sostenible</p> <p>Agua y saneamiento</p> <p>Suelos, calidad del aire y sostenibilidad</p> <p>Evaluación del ciclo de vida de materiales de construcción</p> <p>Parámetros de confort, herramientas medición y diagnóstico: Confort higrotérmico, Confort visual y auditivo, Biofísica y bienestar.</p>
2	<p>Sistemas de Certificación: LEED foro Sites and Communities, LEED, EDGE, CASA Colombia, Visita técnica proyecto certificado en Bogotá, Medellín, Cali, y Barranquilla</p> <p>Consideraciones para la operación sostenible</p>	<p>Life Cycle Assessment – Reducir Carbono Embebido (RCE):</p> <p>· Circularity Criteria: Level(s)</p> <p>· Circularity Indicators</p> <p>· Análisis del ciclo de vida útil del RCE</p> <p>· Estrategias de mejora desde la arquitectura</p> <p>· Efecto en todas las etapas del ciclo de vida</p> <p>· Influencia del RCE en la Economía Circular, Coste, Confort y Ejecución</p> <p>· CAPEX</p>	<p>Gráfico psicométrico, Estrategias pasivas para alcanzar el confort de forma eficiente</p> <p>Softwares meteorológicos y de análisis climático</p> <p>Análisis coeficientes técnicos de vientos y envolventes de los edificios: Ejercicio práctico en el software de simulación ambiental y energética de edificios 20.</p> <p>El diseño integral de las edificaciones y la circularidad.</p> <p>Certificaciones en parámetros de sostenibilidad: Mecanismos de adaptación, Mecanismos de mitigación, Mecanismos de regeneración</p>
3	<p>Financiación de Proyectos Sostenibles: Estructuración financiera de proyectos sostenibles, Incentivos Tributarios, Nuevos modelos de negocio, Caso de éxito de la gestión integral de un proyecto</p> <p>Sostenibilidad Empresarial: Sostenibilidad como parte de la Estrategia Corporativa, Descarbonización de las empresas, Cálculo huella de carbono</p> <p>Taller de Proceso Integrativo</p>	<p>Life Cycle Assessment – Reducir Emisiones de Carbono (REC):</p> <p>· Análisis del ciclo de vida del REC</p> <p>· Estrategias de mejora desde la arquitectura</p> <p>· Efecto en todas las etapas del ciclo de vida</p> <p>· Influencia del RCE en la Economía Circular, Coste, Confort y Ejecución</p> <p>· CAPEX</p> <p>· OPEX</p>	<p>Eficiencia Energética</p> <p>Conceptos básicos eficiencia energética y sostenibilidad: Principios de eficiencia energética, Factores que inciden en el consumo energético de la edificación, Construcción de la línea de base del consumo energético en Colombia</p> <p>Calidad del aire. Evaluación del desempeño energético de un proyecto</p> <p>Herramientas para evaluación y diseño de proyectos: Análisis de sensibilidad de las variables que inciden en el consumo energético</p> <p>Estrategias para reducción del consumo energético, Estrategias para la generación de energía limpia.</p> <p>Proyecto de optimización energética</p> <p>Nuevas tendencias en el desarrollo de edificios eficientes: Estrategias para reducción del consumo energético.</p> <p>Sistemas de energía renovable y edificios de cero consumos</p>
4		<p>Eficiencia Energética: estrategias Pasivas vs Activas:</p> <p>· Estrategias pasivas desde la arquitectura</p> <p>· Estrategias activas</p> <p>· Efecto sobre el confort de los usuarios</p>	<p>Introducción a software BIM</p> <p>Metodología BIM, principios y conceptos generales</p> <p>Introducción a Revit</p> <p>BIM 3D - Modelado</p> <p>BIM Design – Fase de Proyecto</p> <p>BIM 6D - Sostenibilidad</p>
5		<p>Análisis con modelos energéticos:</p> <p>· Análisis de modelos</p> <p>· Triada confort térmico-confort lumínico-consumo</p> <p>· Análisis paramétricos de escenarios</p> <p>· Búsqueda de la solución óptima según caso</p>	
6		<p>Rehabilitación Eficiente:</p> <p>· Diferencias metodológicas de actuación entre proyecto ex-novo y rehabilitación del patrimonio existente a través de ejemplos prácticos</p> <p>· Soluciones para obra nueva y rehabilitaciones</p>	
7		<p>La Construcción Sostenible y circular: obra nueva:</p> <p>· Cómo aplicar circularidad en la construcción de edificios</p>	
8		<p>Aproximación al Diseño Holístico:</p> <p>· Diferenciar entre rehabilitación y obra nueva</p> <p>· Cumplir presupuesto y planning con valor añadido</p> <p>· Integrar sinergias energía, agua, residuos, biohabilidad</p> <p>· Calidad ambiental según UNE 171330</p> <p>· Impacto del edificio sobre el confort del usuario</p>	
9		<p>Certificaciones Energéticas: Pasivas, BREEAM, LEED, VERDE, WELL:</p> <p>· Proceso seguido por certificaciones energéticas: PassivHaus, BREEAM, LEED, DGNB, Verde, Well, etc.</p> <p>· Nuevas certificaciones en vías de entrada, relacionadas con la circularidad LEVEL(s)</p> <p>· Utilidad y beneficios</p>	

Diplomados	
Universidad	Tech universidad tecnológica
Lugar	España
Título	Diplomado Energía en Edificación
Duración	150
Modalidad	Virtual
Módulos	Contenidos
1	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. La energía en las ciudades 1.1.1. Comportamiento energético de una ciudad 1.1.2. Objetivos de desarrollo sostenible 1.1.3. ODS 11-ciudades y comunidades sostenibles 1.2. Menos consumo o más energía limpia 1.2.1. El conocimiento social de las energías limpias 1.2.2. Responsabilidad social en el uso de la energía 1.2.3. Más necesidad energética
2	<ul style="list-style-type: none"> 1.3. Ciudades y edificios inteligentes 1.3.1. Inteligencia de los edificios 1.3.2. Situación actual de los edificios inteligentes 1.3.3. Ejemplos de edificios inteligentes 1.4. Consumo energético 1.4.1. El consumo energético en un edificio 1.4.2. Medición del consumo energético 1.4.3. Conocer nuestro consumo
3	<ul style="list-style-type: none"> 1.5. Demanda energética 1.5.1. La demanda energética de un edificio 1.5.2. Cálculo de la demanda energética 1.5.3. Gestión de la demanda energética 1.6. Uso eficiente de la energía 1.6.1. Responsabilidad en el uso de la energía 1.6.2. El conocimiento de nuestro sistema de energía
4	<ul style="list-style-type: none"> 1.7. Habitabilidad energética 1.7.1. La habitabilidad energética como aspecto clave 1.7.2. Factores que afectan a la habitabilidad energética de un edificio 1.8. Confort térmico 1.8.1. Importancia del confort térmico 1.8.2. Necesidad del confort térmico
5	<ul style="list-style-type: none"> 1.9. Pobreza energética 1.9.1. Dependencia energética 1.9.2. Situación actual 1.10. Radiación solar. Zonas climáticas 1.10.1. Radiación solar 1.10.2. Radiación solar por horas 1.10.3. Efectos de la radiación solar 1.10.4. Zonas climáticas 1.10.5. Importancia de la ubicación geográfica de un edificio
6	
7	
8	
9	

Diplomados				
Universidad	Javeriana	Nacional de Colombia	Piloto de Colombia	
Lugar	Bogotá	Bogotá	Bogotá	
Título	BIM	Gestión BIM aplicado a proyectos de edificación	Desarrollo de proyectos en BIM Con énfasis en Revit y Navisworks	
Duración	100	120	120	
Modalidad	Presencial / Virtual	Virtual	Virtual	
Módulos	Contenidos			
C o m p o n e n t e s	Conceptos y metodología	Introducción a BIM Contexto internacional y nacional El modelo BIM y la modelación paramétrica Interoperabilidad y trabajo colaborativo Estándares BIM, BIP, BEP Plan de ejecución BIM LOD y usos BIM	1. Presentación del Diplomado - Definiciones - Evolución de BIM - BIM en el mundo - BIM en Colombia Beneficios de implementar BIM - Normativa relacionada Norma ISO 19650 - Alcance y aplicación 2. Ciclo de vida del proyecto / Dimensiones BIM. Flujo de trabajo BIM - OIR / AIR / EIR / AIM / PIR. Roles y responsabilidades 3. Objetivos y Usos BIM Nivel de desarrollo de la información - Definición, alcance por etapa de proyecto Entregables BIM 4. Estándares para la creación, gestión e intercambio de la información Control de calidad de la información. BIM KIT - Guías para la adopción BIM en las organizaciones - CAMACOL Plan de Ejecución BIM (Precontrato / Contrato; Estructura, formatos, estándares)	¿Qué es Boulding Información Modeling?
	Documentación	Vistas y planimetrías 2D Plantillas de vista y anotaciones Detalles constructivos, renders y vistas estereo panorámicas		Documentación tablas y planos
		25.0%	25%	10%
	Diseño	BIM 3D Arquitectura y emplazamiento Estructuras y refuerzos Familias, tipos e instancias Diseño de instalaciones hidrosanitarias BIM 6D		Autodesk Revit Interfaz de Revit Revit Estructura Estructuras en concreto Vistas estructurales Cantidades y refuerzo Estructuras en acero Terreno Pacinto
		12.5%	0%	10%
	Coordinación	Trabajo colaborativo Coordinación a partir de vinculación de modelos Coordinación a partir de subproyectos Planeación de la información y detección de interferencias	17. Flujo de trabajo BIM 3D para Autoría de diseño - Revit 19. Flujo de trabajo BIM 3D para Autoría de diseño - Archicad 21. Flujo de trabajo BIM 3D para Revisión Modelos I - BIMCollab Zoom 23. Flujo de trabajo BIM 3D para Revisión Modelos II - Model Checker 25. Flujo de trabajo BIM 3D para Coordinación - Gestión de interferencias 27. Flujo de trabajo BIM 4D para programación de obra 29. Flujo de trabajo BIM 5D para estimación de cantidades	¿Qué es coordinar? ¿Qué es colaborar? Coordinación de trabajo (BIM Management) Desarrollo de un modelo coordinado
		12.5%	25%	20%
	Modelación	Gestión de proyectos BIM 4D y 5D Entorno común de datos Cantidades y presupuestos Programación y control de obra BIM 4D Simulación constructiva Prefabricación y análisis financiero BIM 7D	31. CDE - Entorno común de datos - Estructura, Organización, ISO 19650 32. CDE - Gestión de proyecto BIM con Autodesk Docs / BIM3.60 34. CDE - Gestión de proyecto BIM con BIMCollab Cloud / Dalux 36. CDE - Gestión de proyecto BIM con TRIMBLE CONNECT 37. GEMELO DIGITAL - Gestión de Activos con Autodesk Tandem 38. ENTORNO COLABORATIVO - Gestión de proyecto BIM con REVIZTO	Modelación. Revit Arquitectura. Preparando un modelo nuevo. Manejando familias. Parametrización. Circulaciones. Modificando elementos. Renderización. Redes eléctricas. Abastecimiento y saneamiento de aguas. Redes HVAC. Planos y exportación. Presentando proyecto.
		12.5%	25%	40%
	Gestión	Implementación BIM en empresas Plan de implementación Gestión del cambio y contratación BIM Métricas, niveles, madurez, responsabilidades e indicadores Marco técnico BIM para las organizaciones - ISO 19650 Procesos integrados a BIM (LEAN, VDC, IPD) Articulación de proveedores en la industria BIM en infraestructura Programación y diseño paramétrico avanzado Diseño generativo Smart Sites Transformación digital en la construcción	9. Planificación estratégica - Gestión del cambio Evaluar Alinear Avanzar 10. Planificación de la implementación Procesos Estándares Tecnología 11. Planificación de la contratación Selección personal Contratos BIM BEP	Generación de tablas de proyectos (Schedule e Cuantities). Introducción de costos y enlaces con herramientas especializadas en presupuestos. Programación de obras mediante el modelo BIM. Coordinación de especialidades en fases de ejecución.
	38%	25%	20%	
Sostenibilidad	No existe	No existe	No existe	
	0%	0%	0%	

Diplomados				
Universidad	Piloto de Colombia	Católica de Colombia	Pontificia Bolivariana	
Lugar	Bogotá	Bogotá	Medellin	
Título	BIM con Revit para Arquitectura y afines	Modelado y Gerencia de Proyectos de Construcción con Implementación BIM	Proyectos integrados con BIM	
Duración	120	130	156	
Modalidad	Virtual	Virtual	Virtual	
Módulos	Contenidos			
C o m p o n e n t e s	Conceptos y metodología	1. INTRODUCCIÓN A BIM Y REVIT MODELADO ARQUITECTURA Introducción a la Metodología BIM	Introducción del curso y estado del arte del BIM Plan ejecución del BIM Trabajo colaborativo BIM en la nube	
	Documentación	Rotulo edición, escalado, contenido y creación de archivos pdf Planos de área, Tablas de planificación. Impresión y planimetría. Visualización y animación. Exportación.		
		25%	12%	0%
	Diseño			
		0%	0%	0%
	Coordinación	3. COORDINACIÓN DE PROYECTOS BIM CON REVIT Y NAVISWORKS Coordinación básica con Navisworks Concepto de coordinación. Exportación desde Revit. Software Navisworks instalación. Introducción y Manejo de archivos. Herramientas Básicas. Exploración de modelos. Clash Detective. Informe de colisiones. Simulación 4D. Animación.		BIM aplicado en la coordinación y gestión de obra BIM aplicado al emplazamiento y georreferenciación de proyectos
		25%	0%	30%
	Modelación	2-MODELADO REVIT ESTRUCTURAS E INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS. Modelados de estructura: Revit Estructura: Interfaz, plantillas, unidades y configuración. Vinculación de archivo arquitectónico. Ejes, columnas y vigas. Viguetas y placas. Cimentación. Cerchas. Modelado Revit MEP: Interfaz, plantillas, unidades y configuración: Vinculación de archivo arquitectónico y estructural. Diseño y modelado básico instalaciones hidráulicas. Configuración navegador de proyectos: disciplinas y subdisciplinas. Diseño y modelado básico instalaciones sanitarias. Planimetría y tablas de planificación.	Modelado BIM topográfico Cálculo BIM de cantidades de topografía Modelado BIM de estructuras en concreto reforzado Cálculo BIM de cantidades de estructuras en concreto reforzado Aplicación del modelado BIM de topografía y estructura a procesos de gerencia de proyectos de construcción Modelado BIM arquitectónico y urbanístico Renderización BIM Elaboración de planos a partir del modelo BIM Cálculo BIM de cantidades arquitectónicas Aplicación del modelado BIM de arquitectura y urbanismo a procesos de gerencia de proyectos de construcción Modelado BIM de redes hidráulicas, sanitarias, y contraincendios Modelado BIM de redes de aire acondicionado Modelado BIM de redes eléctricas Cálculo BIM cantidades MEP Aplicación del modelado BIM de redes MEP a procesos de gerencia de proyectos de construcción	BIM aplicado a la arquitectura BIM aplicado a las estructuras BIM en el modelamiento de familias y componentes BIM aplicado a las redes y diseños técnicos
		25%	63%	55%
	Gestión	4. INTEROPERABILIDAD E IMPLANTACIÓN BIM Coordinación básica con Navisworks Interoperabilidad BIM. Formato IFC. Otros Formatos de exportación. Plugin Insign. Otros Plugin. Plan de ejecución BIM. Implantación BIM.	Presupuesto de construcción BIM Cantidades de obra BIM y Estructuras Desglosadas del Trabajo Planificación BIM del proceso constructivo Modelado de proceso constructivo nD Identificación y gestión de colisiones entre elementos	BIM práctico en la asesoría y aplicación de conceptos en un proyecto práctico
	25%	20%	15,0%	
Sostenibilidad	No existe	No existe	No existe	
	0%	0%		

		Diplomados		
Universidad	Cataluña	Chile		
Lugar	España / Colombia	Chile		
Título	BIM con Revit® para Arquitectura, Ingeniería y Afines	Modelamiento y Coordinación de Proyectos con BIM		
Duración	130	162		
Modalidad	Virtual	Virtual		
Módulos	Contenidos			
C o m p o n e n t e s	Conceptos y metodología		<p>Módulo 1: Introducción a BIM</p> <p>Introducción al BIM, definiciones, aplicaciones generales y beneficios. Introducción a Autodesk Revit Arquitectura. Interfaz gráfica, flujos de trabajo. Comenzando un nuevo proyecto, norte de proyecto, norte real y georreferenciación. Modelamiento de elementos de obra gruesa y envolvente (muros, muros cortinas, losas, cubiertas, pilares) Modelación de elementos de circulación vertical: escaleras, rampas. Creación e inserción de elementos de anotación y edición de dibujo. Organización de la información de modelo. Documentación de láminas y desarrollo de viñetas. Herramientas de presentación. Preparación de imágenes y animaciones a partir de modelo.</p>	
	Documentación			
		0%	20%	
	Diseño			
		0%	0%	
	Coordinación	<p>Coordinación del Proyecto BIM</p> <p>Introducción a coordinación. Instalación de Navisworks®. Navisworks® (Freedom, Simulate y Manage). Interfaz de usuario. Revit® a Navisworks®. Formatos de archivos. Exploración virtual de obra. Detección de colisiones. Simulación Constructiva. Coordinación del Proyecto BIM</p> <p>Introducción a coordinación. Instalación de Navisworks®. Navisworks® (Freedom, Simulate y Manage). Interfaz de usuario. Revit® a Navisworks®. Formatos de archivos. Exploración virtual de obra. Detección de colisiones. Simulación Constructiva.</p>	<p>Introducción a la coordinación BIM de proyectos.</p> <p>Integración de modelos y trabajo multidisciplinario para coordinación BIM de proyectos. Flujos de trabajo para coordinación desde diferentes aplicaciones. Tipos de formatos, configuración básica, y sistemas de clasificación. Herramientas de visualización, selección, medición y revisión de modelos. Coordinación 3D, detección de interferencias y creación de reportes. Planificación de obra, animación de secuencias constructivas. Programación de obra y simulaciones 4D vinculando una carta Gantt. Cubicación para estimación de costos y generación de reportes de cubicación a Excel.</p>	
		20%	20%	
Modelación	<p>Modelado Básico en Revit®</p> <p>Conceptos y elementos de la Metodología BIM. Instalación e interfaz Revit®. Caso aplicado a vivienda. Herramientas inteligentes de modelado en Revit® (muros, placas, etc.). Terrenos y familias. Áreas y tablas de planificación. Planimetría del proyecto. Modelado de edificio. Masas (modelado in situ). Render y animación. Estructura e Instalaciones Básicas en Revit®</p> <p>Plantilla base y vinculación de archivo arquitectónico. Cimentación. Ejes, columnas y vigas. Viguetas y cerchas. Diseño y modelado instalaciones hidráulicas. Diseño y modelado instalaciones sanitarias. Documentación gráfica. Tablas de cuantificación.</p>	<p>Módulo 2: Modelamiento arquitectónico con BIM</p> <p>Adquirir buenas prácticas de trabajo. Administrar y organizar vistas y planimetría en el navegador de proyectos, transfiriendo estos estándares a otros proyectos. Modelad de terreno y extracción de datos de este. Estrategias de modelado para proyectos extensivos, trabajando con modelos vinculados y coordenadas compartidas. Modelado conceptual de masas paramétricas, aplicación práctica en cabidas y estudios de sombra. Trabajar con opciones de diseño para explorar diferentes propuestas de un proyecto. Explorando el potencial de muros cortinas, modelado de paneles y perfiles personalizados. Modelamiento de familias de aberturas paramétricas. Interoperabilidad, exportar e importar archivos IFC Flujo de trabajo para coordinación. Módulo 3: Modelamiento de estructuras con BIM</p> <p>Introducción y conceptos generales de trabajo en modelos estructurales bajo metodología BIM. Generación de modelos centrales de y locales de estructura, plantillas estructurales, configuración de vistas estructurales. Modelado de estructuras de hormigón armado, (fundaciones, muros, columnas, vigas y losas). Modelado de estructuras metálicas, (columnas, vigas, sistemas de vigas, cerchas, conexiones para estructuras metálicas y uniones de vigas metálicas. Modelado de enfierraduras para fundaciones, muros, vigas, columnas, escaleras, losas y de geometrías irregulares. Cubicaciones de hormigón armado y hierros con parámetros personalizados. Documentación de un proyecto de estructura.</p> <p>Módulo 4: Modelamiento de instalaciones con BIM</p> <p>Introducción a MEP, interfaz de usuario MEP y trabajo con plantillas de trabajo de sanitario, eléctrico y clima. Modelamiento de instalaciones de agua potable, alcantarillado e de protección contra incendio. Modelamiento de instalaciones eléctricas e iluminación, gráfica de circuitos eléctricos. Modelamiento de instalaciones de clima, sistemas de inyección, retorno, extracción, Modelamiento de cañerías de sistemas de climatización para equipos de aire acondicionado y modelamiento de radiadores. Integración de especialidades, creación de un modelo federado central, personalización de plantillas de vistas por especialidad según el Plan Nacional BIM.</p> <p>Checkeo de interferencias entre especialidades, creación de reportes y solucionar problemas de interferencias</p>		
	40%	60%		
Gestión	<p>Twinmotion: Inmersión en Modelos Virtuales</p> <p>Introducción e instalación de Twinmotion. Preparación y exportación de archivos desde Revit®. Iluminación y ambientación. Mobiliario, personas. Aplicación y configuración de materiales. Generación e imágenes estáticas y 360° Generación de recorridos y escenas VR navegables. Aplicación en proyecto BIM del estudiante.</p>			
	20%	0%		
Sostenibilidad	<p>Sostenibilidad y Gestión BIM</p> <p>Introducción a Sostenibilidad y BIM. Análisis del ciclo de vida de la edificación. Masas y energía PV. Propiedades energéticas de un modelo BIM. Simulación Energética Insight. Gestión BIM del proyecto.</p>		No existe	
	20%	0%		

		Diplomados		
Universidad	Anáhuac Mayab	Del Norte	Javeriana	
Lugar	México	Barranquilla	Cali	
Título	Modelado BIM Arquitectónico	Diplomado en BIM – Implementación de Modelo Inteligente para Implementación de Gestión de Proyectos de Construcción	Modelación y coordinación de proyectos BIM con Autodesk Revit	
Duración	120	90	120	
Modalidad	Distancia	Remota	Presencial	
Módulos	Contenidos			
C o m p o n e n t e s	Conceptos y metodología	Estándares BIM Especificación y contrato de proyectos BIM Colaboración en la nube Modelado conceptual en Formit Introducción a Revit Modelado del sitio	Conceptos Teóricos de BIM y su proceso en la construcción Estándares Internacionales de BIM Cambio Tecnológico de BIM Niveles de Complejidad LOD (Level of Detail) WBS (Work Breakdown Structure) Casos de Estudio de BIM BIM y la Coordinación de Proyectos de Construcción Colaboración de Trabajo para diferentes Áreas	Entorno de trabajo. Estructura de trabajo. Creación de Familias. Configurar AutoCAD o referencia.
	Documentación	Documentación BIM con Revit • Anotaciones y simbologías • Especificación de elementos • Plantas arquitectónicas • Cortes y fachadas • Vistas de detalle		
		50%	20%	8,33%
	Diseño			
		0%	0%	0,00%
	Coordinación		Cantidades de Obra usando Revit Planos 2D a partir de Revit Vistas Niveles Creación de Reportes Coordinación de Especialidades con Revit	Coordinación de proyectos y comunicación Conceptos finales, conclusiones y recomendaciones
		0%	20%	16,67%
	Modelación	Modelado arquitectónico con Revit • Modelado colaborativo • Modelado estructural con Revit	MODELACIÓN 3D USANDO REVIT Conceptos Básicos de Revit Topografía con Revit Introducción de las herramientas de Revit para modelación 3D para Estructura y Arquitectura Organización de Proyecto en Revit Interoperabilidad SIMULACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS CON MODELACIÓN 4D USANDO NAVISWORK Conceptos de Programación de Obra y Presupuesto Simulación de Procesos Constructivos usando Navisworks Cantidades de Obra usando Navisworks	Muros, Puertas, Ventanas, Suelos (Losas), Techos (cielos), Cubiertas Escaleras, Rampas y Barandas. Muros cortina Vistas (Plantas, Cortes, Fachadas, 3D) Topografía, Altimetría y contexto Anotaciones: Acotaciones, Detalles, Textos y Etiquetas. Planificación: Áreas y Habitaciones. Documentación: Planos y Renders. Estructura (Modelo analítico y 3D) Instalaciones eléctricas Instalaciones hidrosanitarias
		25%	40%	75%
	Gestión	Visualización arquitectónica con BIM • Colaboración con 3Ds Max • Colaboración con Enscape • Realidad virtual • Introducción a la coordinación de ingenierías en Revit • Introducción a la cuantificación de modelos con Revit	Presupuesto con Microsoft Project Simulación de Presupuesto en Tiempo Real con Navisworks Futuro y Otras Aplicaciones de BIM	
	25%	20%	0%	
Sostenibilidad	No existe	No existe	No existe	
	0%	0%	0%	

Diplomados	
Universidad	Tecnológica Metropolitana
Lugar	Chile
Título	Diploma Tecnologías Digitales para el diseño, gestión y coordinación del proyecto de arquitectura.
Duración	124
Modalidad	Vespertina - E-learning
Módulos	Contenidos
C o m p o n e n t e s	Conceptos y metodología Módulo I: Fundamentos de la metodología BIM. Plan de Ejecución Nacional BIM. Implementación de Metodología BIM Perfil de Roles Planes de Ejecución (PEB) Flujos de información del Proyecto Aspectos teóricos de la metodología BIM
	Documentación 20%
	Diseño 0%
	Coordinación Módulo V: Coordinación de Arquitectura mediante análisis de las Especialidades (Estructura/MEP). Conceptos generales de Coordinación de especialidades y Detección de interferencias a través de modelos BIM. Vinculación de archivos, generación de rutinas y revisión de interferencias. Creación de reportes, gestión y seguimiento mediante modelos.
	20%
	Modelación Módulo II: Visualización, Modelado y Documentación BIM del proyecto de Arquitectura. Exploración de modelos 3D Expresión arquitectónica. Vistas diédricas y perspectivas Visualización gráfica del dibujo arquitectónico. Modelación de geometrías paramétricas mediante categorías de diseño arquitectónico con herramienta BIM. Formatos de documentación en proyectos de Arquitectura: Tipos de información contenida en planos. Módulo IV: Criterios disciplinares de Especialidades (Estructura/MEP) y modelos BIM. Normativas generales y criterios de modelación BIM para especialidades. Interpretación planimétrica disciplinar Representación gráfica de Especialidades.
	40%
	Gestión Módulo III: Herramientas BIM para la gestión de proyectos en etapas tempranas y de ejecución. Modelación de geometrías paramétricas mediante categorías de diseño arquitectónico con herramienta BIM. Formatos de documentación en proyectos de Arquitectura: Tipos de información contenida en planos.
	20%
	Sostenibilidad No existe
0%	

MATRIZ RESUMEN POSTGRADOS

	Nombre de la Institución	U. Colegio Mayor de Cundinamarca	U. Colegio Mayor de Cundinamarca	U. Tecnológica Metropolitana	U. Colegio Mayor de Cundinamarca	Pontificia Universidad Javeriana	U. de la Costa	ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA	Ramon Llull Campus La Salle
Generales	Nombre del programa	ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN METODOLOGÍA BIM PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE LA EDIFICACIÓN	ESPECIALIZACIÓN EN EDIFICACIÓN SOSTENIBLE	Magíster en Tecnologías BIM	Maestría en Construcción Sostenible	Maestría en Hábitat Sustentable	Maestría en Proyectos de Construcción Sostenible	Máster Internacional en BIM Management	Máster Internacional BIM Management en Ingeniería Civil y GIS	MÁSTER EN BIM MANAGEMENT. TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y NUEVOS MODELOS DE NEGOCIO	Máster en BIM MANAGEMENT
	Nivel educativo	Especialización	Especialización	Maestría	Maestría	Maestría	Maestría	Master	Master	Master	Master
	Ciudad	Bogota	Bogota	Chile	Bogotá	Cali	Barranquilla	Barcelona	Barcelona	Barcelona	Barcelona
	Duración	2 Semestre	3 Trimestres	4 Semestres	4 Semestres	3 Semestres	4 Semestres	1 año	1 año	1 año	2 Semestres
	Modalidad	Presencial	Presencial	Presencial - Vespertina	Presencial	Presencia	Presencial	Presencial / Virtual	Presencial / Virtual	Presencial / Virtual	Presencial / Virtual
	Plan de estudios detallado	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Académicos	Detalle de créditos académicos	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	Si
	Contenido Sostenibilidad	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No	No	No
	Contenido BIM	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si
	Contenido Sostenibilidad	20%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%
	Contenido BIM	80%	0%	100%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%

MATRIZ RESUMEN EDUCACIÓN CONTINUADA – CONTENIDOS BIM.

	Nombre de la Institución	Pontificia Universidad Javeriana	U. Nacional de Colombia	U. Piloto de Colombia	U. Piloto de Colombia	U. Católica de Colombia	UPB	U. Cataluña	U. Chile	U. Anáhuac Mayab
Generales	Nombre del programa	BIM	Gestión BIM aplicado a proyectos de edificación	Desarrollo de proyectos en BIM Con énfasis en Revit y Navisworks	BIM con Revit para Arquitectura y afines	Modelado y Gerencia de Proyectos de Construcción con Implementación BIM	Proyectos integrados con BIM	BIM con Revit® para Arquitectura, Ingeniería y Afines	Modelamiento y Coordinación de Proyectos con BIM	Modelado BIM Arquitectónico
	Nivel educativo	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado
	Ciudad	Bogotá	Bogotá	Bogotá	Bogotá	Bogotá	Medellín	España / Colombia	Chile	México
	Duración (Horas)	100	120	120	120	130	156	130	162	120
	Modalidad	Presencial / Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual	Distancia
	Plan de estudios detallado	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
	Detalle en horas	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Académicos	Concepto -Metodología - Documentación	25%	25%	10%	25%	12%	0%	0%	20%	50%
	Diseño	13%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Coordinación	13%	25%	20%	25%	0%	30%	20%	20%	0%
	Modelación	13%	25%	40%	25%	63%	55%	40%	60%	25%
	Gestión	38%	25%	20%	25%	20%	15%	20%	0%	25%
	Sostenibilidad	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%

	Nombre de la Institución	U. Del Norte	Pontificia Universidad Javeriana	U. Tecnológica Metropolitana
Generales	Nombre del programa	Diplomado en BIM – Implementación de Modelo Inteligente para Implementación de Gestión de Proyectos de Construcción	Modelación y coordinación de proyectos BIM con Autodesk Revit	Diploma Tecnologías Digitales para el diseño, gestión y coordinación del proyecto de arquitectura.
	Nivel educativo	Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado
	Ciudad	Barranquilla	Cali	Chile
	Duración (Horas)	90	120	124
	Modalidad	Remota	Presencial	Vespertina - E-learning
Académicos	Plan de estudios detallado	Si	Si	Si
	Detalle en horas	No	No	No
	Concepto -Metodología - Documentación	20%	8%	20%
	Diseño	0%	0%	0%
	Coordinación	20%	17%	20%
	Modelación	40%	75%	40%
	Gestión	20%	0%	20%
	Sostenibilidad	0%	0%	0%

MATRIZ RESUMEN EDUCACIÓN CONTINUADA – CONTENIDOS SOSTENIBILIDAD

	Nombre de la Institución	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	U. San Buenaventura	U. Autónoma del Norte	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible	ZIGURAT GLOBAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	Pontificia Universidad Javeriana	Tech universidad Tecnológica
Generales	Nombre del programa	Diplomado en construcción sostenible	Diplomado Online en Construcciones Sostenibles	Diplomado en construcción sostenible	Diplomado construcción sostenible: Sostenibilidad Integral aplicada a la Industria de la construcción	Diplomado en Arquitectura y Construcción Sostenible Low Carbón Green Buildings y Economía Circular	Alto Desempeño Ambiental en Edificaciones + BIM	Diplomado Energía en Edificación
	Nivel educativo	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado	Educación Continuada - Diplomado
	Ciudad	Medellín	Cali	Cúcuta	Virtual	Virtual	Bogotá	Virtual
	Duración (Horas)	120	80	120	114	12 Semanas	120	150
	Modalidad	Virtual	Virtual	Presencial	Virtual	Virtual	Virtual	Virtual
	Plan de estudios detallado	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
	Detalle en horas	No	No	No	No	No	No	No
Académicos	Introducción Sostenibilidad	Si	Si	Si	Si	No	No	Si
	Legislación	Si	Si	No	Si	No	No	No
	Eficiencia Energética	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Eficiencia Hídrica	Si	Si	No	Si	No	No	No
	Energía Renovable	No	Si	No	Si	No	No	Si
	Confort Térmico	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Iluminación	No	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Acústica	No	Si	Si	Si	No	No	No
	Biofilia	No	No	No	Si	No	Si	No
	Urbanismo Sostenible	No	Si	No	Si	No	No	No
	Materiales Sostenibles	Si	No	No	Si	No	No	No
	Reutilización de Materiales de Construcción	No	Si	No	No	No	No	No
	Análisis de Ciclo de Vida	No	No	No	No	Si	Si	No
	Certificaciones Sostenibles	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
	Sostenibilidad Empresarial	No	No	No	Si	No	No	No
	Financiación de Proyectos Sostenibles	No	No	No	Si	No	No	No
	Sostenibilidad en Obra	No	No	No	Si	No	No	No
	Rehabilitación de estructuras	No	No	No	No	Si	No	No
Diseño / Tipos de Edificación	No	Si	Si	No	Si	Si	No	
BIM	No	No	No	Si	No	Si	No	

		Contenidos
Modulo 1	Introduccion	<p>BIM y Sostenibilidad: ¿Qué es Building Information Modeling? ¿Qué es ciclo de vida? ¿Porque BIM es sostenible? Terminologías BIM Casos de estudio</p> <p>Sostenibilidad en edificaciones Indicadores Diseño Bioclimático Confort ambiental Eficiencia Energética Impacto ambiental Simulaciones de desempeño Eficiencia en agua. Sistemas de captación y reutilización. Materiales de construcción de baja energía embebida. RCD y reutilización de materiales en la construcción. Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta. Confort higro-térmico. Iluminación. Acústica. Sostenibilidad del emplazamiento. Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales. Sostenibilidad urbana. Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.</p> <p>Normatividad Normatividad nacional e internacional Certificaciones. (LEED, EDGE, BREAM, ISO 14000).</p> <p>Gestión de proyectos: Plan de Ejecución BIM Taller de riesgos Seguimiento y control de calidad Coordinación de especialidades Trabajo Colaborativo</p> <p>Cálculo del costo del ciclo de vida</p>
Modulo 2	Planeación	<p>Plan de Ejecución BIM: Definición de alcances del proyecto Estructuración del Plan de Ejecución BIM</p> <p>Entornos comunes de datos: Infraestructura Tecnológica Entornos y plataformas web para la revisión de modelos BIM</p> <p>Caracterización del caso de estudio a nivel BIM</p>
Modulo 3	Diseño	<p>Formulación de estrategias de sostenibilidad Desarrollo de arquitectura e ingenierías en 3D</p> <p>Simulación de casos base, mejorado y optimizado Factibilidad técnica y económica (Costo del ciclo de vida)</p>
Modulo 4	Coordinacion y gestión del proyecto	<p>Coordinación de especialidades Simulación de proceso constructivo Talleres de aseguramiento Talleres de riesgos Seguimiento y control de calidad Talleres de lecciones aprendidas</p>

		Ejes tematicos	Alcance por Eje Tematico	Resultado de Aprendizaje
Modulo 1	Introduccion	Concepto de BIM y sostenibilidad	Abordar los fundamentos del Building Information Modeling (BIM) y su interrelación con la sostenibilidad en la construcción. Además, analizar las definiciones clave de BIM, su aplicación en diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto y cómo el uso de esta metodología impacta en la reducción del impacto ambiental.	Explicar cómo la metodología BIM contribuye a la sostenibilidad en la construcción, relacionando sus beneficios en la eficiencia de los recursos y la planificación sostenible del ciclo de vida de los edificios.
		Normativas internacionales y nacionales	Explorar las normativas vigentes relacionadas con BIM y sostenibilidad a nivel global y nacional, incluyendo marcos legales y certificaciones como LEED, EDGE, BREEAM e ISO 14000, comprendiendo el contexto normativo bajo el cual operan los proyectos de construcción sostenibles.	Aplicar las principales normativas y estándares relacionados con BIM y sostenibilidad en proyectos de construcción, comprendiendo su relevancia para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
		Gestión de Proyecto	Introducir el concepto de gestión de proyectos bajo la metodología BIM, abarcando el desarrollo del Plan de Ejecución BIM, la planificación y el seguimiento de las fases del proyecto, así como la gestión de los recursos y riesgos relacionados con la sostenibilidad.	Diseñar un Plan de Ejecución BIM, integrando aspectos de sostenibilidad y gestionando las etapas del proyecto de forma eficiente, alineado con los requisitos normativos y los objetivos sostenibles.
		Documentación BIM y Sostenibilidad	Profundizar en la creación y manejo de la documentación BIM, enfocada en cómo la información generada en cada fase del proyecto puede apoyar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad. Además, se trabajará en la generación de informes y el uso de datos para la toma de decisiones.	Gestionar documentación técnica bajo estándares BIM, utilizando herramientas digitales para documentar y reportar el impacto sostenible del proyecto.
Modulo 2	Planeación	Plan de Ejecución BIM + Sostenibilidad	Desarrollar un enfoque detallado sobre cómo crear un Plan de Ejecución BIM que incluya estrategias de sostenibilidad. En donde, se establecerán roles y responsabilidades, los objetivos del proyecto, las entregas y los modelos BIM utilizados para asegurar una ejecución eficiente.	Estructurar un Plan de Ejecución BIM que integre prácticas sostenibles, asegurando que los proyectos cumplan con los objetivos de eficiencia energética y reducción de impacto ambiental.
		Entorno Comunes de Datos	Discutir la importancia de los entornos comunes de datos (CDE) en la gestión de la información del proyecto, y cómo estos entornos facilitan la colaboración entre las diferentes disciplinas involucradas, mejorando la coordinación y la sostenibilidad en proyectos BIM.	Configurar un entorno común de datos que permita una adecuada colaboración interdisciplinaria en proyectos BIM, gestionando el flujo de información y el seguimiento de los objetivos sostenibles.
Modulo 3	Diseño	Modelado de Urbanismo	Abordar el desarrollo del diseño urbano utilizando la metodología BIM, enfocándose en la planificación y modelado de entornos urbanos sostenibles. Se incluye la simulación de casos base y la evaluación de las alternativas mejoradas y optimizadas.	Aplicar estrategias de modelado urbano en proyectos BIM, considerando la sostenibilidad y la integración de infraestructuras urbanas, y realizar simulaciones para mejorar la planificación y la eficiencia del diseño urbano.
		Modelado Estructural	Desarrollar modelos estructurales en proyectos de construcción, utilizando herramientas BIM para asegurar la eficiencia y precisión del diseño estructural. Se llevará a cabo el análisis de factibilidad técnica y económica a través de la evaluación del ciclo de vida del proyecto.	Generar modelos estructurales optimizados, realizar simulaciones estructurales, y evaluar la viabilidad técnica y económica de las propuestas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
		Modelado de Arquitectura	Explorar los principios del diseño arquitectónico con BIM, incluyendo el diseño detallado y la representación tridimensional. Se simularán alternativas de diseño base mejoradas y optimizadas para maximizar la sostenibilidad y eficiencia energética del proyecto.	Desarrollar modelos arquitectónicos detallados, realizar simulaciones para mejorar el desempeño del diseño, y ajustar el diseño arquitectónico de acuerdo con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética.
		Modelado de Redes e Instalaciones	Trabajar en la integración y modelado de las redes de instalaciones en el proyecto, considerando la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos. También se llevarán a cabo simulaciones para evaluar y mejorar el rendimiento de las redes.	Integrar redes e instalaciones utilizando BIM, asegurando que cumplan con criterios de sostenibilidad y eficiencia, y realizarán simulaciones que optimicen el funcionamiento de las instalaciones en el proyecto.
Modulo 4	Coordinación y gestión del proyecto	Coordinación de especialidades	Aplicar metodologías de coordinación entre disciplinas a través de BIM, optimizando el flujo de información.	Coordinar distintas especialidades dentro de un proyecto BIM, mejorando la sostenibilidad y eficiencia.
		Simulación de proceso constructivo	Implementar las simulaciones para prever el desarrollo constructivo y minimizar los impactos negativos en el proceso en la etapa de construcción.	Simular procesos constructivos con el objetivo de reducir errores y maximizar la eficiencia del proyecto.
		Simulaciones de Sostenibilidad	Aplicar herramientas BIM para simular el comportamiento energético y la sostenibilidad de los proyectos.	Realizar simulaciones que ayuden a optimizar el diseño en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.
		Talleres, seguimiento y control de calidad	Implementar metodologías para asegurar la calidad del proyecto y su ejecución eficiente.	Desarrollar estrategias de control de calidad basadas en la metodología BIM, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de los proyectos.

Sílabo

Diplomado en sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación.

1. Identificación

Generalidades	Detalle
Espacio académico	Diplomado en sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación.
Modalidad	Virtual
Nivel	Educación Continua
Tipo de Actividad Académica	Actividad académica profesional
Naturaleza	Teórico-Practica
Número Total de horas	120
Horas de docencia directa HDD	80
HDD – Encuentros sincrónicos	20
HDD – Material audiovisual pregrabado	60
Horas de trabajo independiente HTI	40

2. Descripción

El Diplomado en sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación hace parte de una propuesta de educación continua para profesionales del sector de la construcción con una naturaleza teórico-práctica; el cual, ofrece una visión integral sobre la articulación de la metodología BIM y la sostenibilidad en proyectos de edificación. A través de su contenido, los participantes explorarán los conceptos fundamentales de BIM y su aplicación en la creación de edificaciones sostenibles, desde las etapas iniciales de pre-diseño hasta la coordinación y documentación del proyecto. El curso aborda temas clave como el ciclo de vida de un proyecto, el diseño bioclimático, la eficiencia energética y las normativas nacionales e internacionales en construcción sostenible.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

Los estudiantes aprenderán a utilizar herramientas tecnológicas y estrategias colaborativas para optimizar el diseño, mejorar la eficiencia en la construcción y garantizar la sostenibilidad a lo largo de la vida útil de una edificación. Este diplomado es especialmente relevante para profesionales del sector de la construcción que buscan adquirir competencias avanzadas en la implementación de BIM y sostenibilidad, alineándose con las tendencias y exigencias actuales del mercado y las políticas públicas en desarrollo urbano sostenible.

3. Justificación

El diplomado en Integración de Sostenibilidad y metodología BIM aplicado a proyectos de edificación es de vital importancia para la formación de profesionales en el sector de la construcción. En un contexto donde la sostenibilidad se ha convertido en un imperativo global y la adopción de BIM está revolucionando la forma en que se diseñan, construyen y gestionan las edificaciones, este programa educativo ofrece una formación avanzada y especializada que responde a las necesidades del mercado actual.

La relevancia del curso radica en su enfoque multidisciplinario, que no solo cubre aspectos técnicos y normativos, sino que también fomenta la colaboración entre diferentes áreas de especialidad. Esto permite a los estudiantes adquirir competencias que van más allá de la gestión tradicional de proyectos, preparándolos para liderar iniciativas que integren de manera efectiva la sostenibilidad desde el diseño hasta la operación de las edificaciones.

4. Relación de los alcances de la formación

4.1. Unidad de competencia del espacio académico

Integre y aplique los principios de sostenibilidad y la metodología BIM en el ciclo de vida de proyectos de edificación, mediante la planificación, diseño, coordinación y ejecución

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.**

de estrategias que optimicen el uso de recursos, aseguren la eficiencia energética, evalúen el ciclo de vida completo de los proyectos, reduzcan el impacto ambiental, utilicen simulaciones de sostenibilidad, gestionen la documentación y colaboren en entornos comunes de datos, asegurando el cumplimiento con normativas nacionales e internacionales y contribuyendo a la construcción sostenible y al desarrollo de entornos urbanos resilientes.

4.2. Descripción de los módulos

Módulo 1	
Nombre	Introducción
Descripción	Este módulo establece las bases conceptuales de Building Information Modeling (BIM) y su relación con la sostenibilidad en la construcción. Aquí, los participantes entenderán qué es, cómo funciona a lo largo del ciclo de vida de un proyecto y por qué se considera una metodología sostenible. A través de ejemplos prácticos y casos de estudio, los estudiantes aprenderán sobre las terminologías esenciales de BIM y cómo pueden aplicarse para mejorar los resultados ambientales y económicos de un proyecto.
Objetivo	Familiarizar a los participantes con los fundamentos del BIM y su impacto en la sostenibilidad dentro del ciclo de vida de un edificio.
Enseñanzas	<p>BIM y Sostenibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué es Building Information Modeling? ¿Qué es ciclo de vida? ¿Porque BIM es sostenible? Terminologías BIM. Casos de estudio. Sostenibilidad en edificaciones. Indicadores. Diseño bioclimático. Confort ambiental. Eficiencia energética. Impacto ambiental. Simulaciones de desempeño. Eficiencia en agua. Sistemas de captación y reutilización. Materiales de construcción de baja energía embebida. RCD y reutilización de materiales en la construcción. Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta. Confort higro-térmico.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

	<p>Iluminación. Acústica. Sostenibilidad del emplazamiento. Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales. Sostenibilidad urbana. Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.</p> <p>Normatividad: Normatividad nacional e internacional. Certificaciones. (LEED, EDGE, BREEM, ISO 14000).</p> <p>Gestión de proyectos: Plan de ejecución BIM. Taller de riesgos. Seguimiento y control de calidad. Coordinación de especialidades. Trabajo colaborativo. Cálculo del costo del ciclo de vida.</p>
Ejes temáticos	E1 Concepto de BIM y sostenibilidad
	E2 Normativas internacionales y nacionales
	E3 Gestión de proyectos
	E4 Documentación BIM y Sostenibilidad
Alcances por ejes temáticos	E1 Abordar los fundamentos del Building Information Modeling (BIM) y su interrelación con la sostenibilidad en la construcción. Además, analizar las definiciones clave de BIM, su aplicación en diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto y cómo el uso de esta metodología impacta en la reducción del impacto ambiental.
	E2 Explorar las normativas vigentes relacionadas con BIM y sostenibilidad a nivel global y nacional, incluyendo marcos legales y certificaciones como LEED, EDGE, BREEAM e ISO 14000, comprendiendo el contexto normativo bajo el cual operan los proyectos de construcción sostenibles.
	E3 Introducir el concepto de gestión de proyectos bajo la metodología BIM, abarcando el desarrollo del plan de ejecución BIM, la planificación y el seguimiento de las fases del proyecto, así como la gestión de los recursos y riesgos relacionados con la sostenibilidad.
	E4 Profundizar en la creación y manejo de la documentación BIM, enfocada en cómo la información generada en cada fase del proyecto puede apoyar el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad. Además, se trabajará en la generación de informes y el uso de datos para la toma de decisiones.
Resultados de aprendizaje	E1 Explicar cómo la metodología BIM contribuye a la sostenibilidad en la construcción, relacionando sus beneficios en la eficiencia de los recursos y la planificación sostenible del ciclo de vida de los edificios.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

por ejes temáticos	E2	Aplicar las principales normativas y estándares relacionados con BIM y sostenibilidad en proyectos de construcción, comprendiendo su relevancia para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
	E3	Diseñar un plan de ejecución BIM, integrando aspectos de sostenibilidad y gestionando las etapas del proyecto de forma eficiente, alineado con los requisitos normativos y los objetivos sostenibles.
	E4	Gestionar documentación técnica bajo estándares BIM, utilizando herramientas digitales para documentar y reportar el impacto sostenible del proyecto.

Módulo 2		
Nombre	Planeación	
Descripción	Este módulo profundiza en la planificación de proyectos mediante la creación de un plan de ejecución BIM, en el cual los participantes aprenderán a definir los alcances del proyecto y establecer los lineamientos necesarios para una ejecución eficiente. También se abordará el uso de entornos comunes de datos, los cuales facilitan la coordinación de equipos y el manejo de información del proyecto, garantizando la trazabilidad y control de los datos en tiempo real.	
Objetivo	Enseñar a los participantes cómo estructurar un plan de ejecución BIM efectivo y gestionar los datos del proyecto en un entorno colaborativo.	
Enseñanzas	Plan de Ejecución BIM: Definición de alcances del proyecto. Estructuración del plan de ejecución BIM.	
	Entornos comunes de datos: Infraestructura Tecnológica. Entornos y plataformas web para la revisión de modelos BIM. Caracterización del caso de estudio a nivel BIM.	
Ejes temáticos	E1	Plan de ejecución BIM + Sostenibilidad
	E2	Entorno comunes de datos
Alcances por ejes temáticos	E1	Desarrollar un enfoque detallado sobre cómo crear un plan de ejecución BIM que incluya estrategias de sostenibilidad. En donde, se establecerán los roles y las responsabilidades, los objetivos del proyecto, las entregas y los modelos BIM utilizados para asegurar una ejecución eficiente.
	E2	Discutir la importancia de los entornos comunes de datos en la gestión de la información del proyecto, y cómo estos facilitan la colaboración entre las diferentes disciplinas involucradas, mejorando la coordinación y la sostenibilidad en proyectos BIM.
Resultados de aprendizaje	E1	Estructurar un plan de ejecución BIM que integre prácticas sostenibles, asegurando que los proyectos cumplan con los objetivos de eficiencia energética y reducción de impacto ambiental.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

	E2	Configurar un entorno común de datos que permita una adecuada colaboración interdisciplinaria en proyectos BIM, gestionando el flujo de información y el seguimiento de los objetivos sostenibles.
--	-----------	--

Módulo 3		
Nombre	Diseño	
Descripción	El enfoque de este módulo está en la fase de diseño de proyectos utilizando BIM. Aquí, los participantes desarrollarán modelos tridimensionales de urbanismo, estructuras, arquitectura, y redes e instalaciones, integrando criterios de sostenibilidad en cada etapa del diseño. El uso de simulaciones energéticas y el análisis de costos del ciclo de vida (ACV) permitirán a los participantes optimizar el diseño desde un enfoque técnico y económico.	
Objetivo	Aplicar el modelado BIM para desarrollar soluciones sostenibles en el diseño de infraestructuras, integrando estrategias para mejorar la eficiencia energética y los recursos.	
Enseñanzas	Formulación de estrategias de sostenibilidad. Desarrollo de arquitectura e ingenierías en 3D. Simulación de casos base, mejorado y optimizado. Factibilidad técnica y económica (costo del ciclo de vida).	
Ejes temáticos	E1	Modelado de urbanismo
	E2	Modelado estructural
	E3	Modelado de arquitectura
	E4	Modelado de redes e instalaciones
Alcances por ejes temáticos	E1	Abordar el desarrollo del diseño urbano utilizando la metodología BIM, enfocándose en la planificación y modelado de entornos urbanos sostenibles. Se incluye la simulación de casos base y la evaluación de las alternativas mejoradas y optimizadas.
	E2	Desarrollar modelos estructurales en proyectos de construcción, utilizando herramientas BIM para asegurar la eficiencia y precisión del diseño estructural. Se llevará a cabo el análisis de factibilidad técnica y económica a través de la evaluación del ciclo de vida del proyecto.
	E3	Explorar los principios del diseño arquitectónico con BIM, incluyendo el diseño detallado y la representación tridimensional. Se simularán alternativas de diseño base, mejoradas y optimizadas para maximizar la sostenibilidad y eficiencia energética del proyecto.
	E4	Trabajar en la integración y modelado de las redes de instalaciones en el proyecto, considerando la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos. También se llevarán a cabo simulaciones para evaluar y mejorar el rendimiento de las redes.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

Resultados de aprendizaje	E1	Aplicar estrategias de modelado urbano en proyectos BIM, considerando la sostenibilidad y la integración de infraestructuras urbanas, y realizar simulaciones para mejorar la planificación y la eficiencia del diseño urbano.
	E2	Generar modelos estructurales optimizados, realizar simulaciones estructurales y evaluar la viabilidad técnica y económica de las propuestas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
	E3	Desarrollar modelos arquitectónicos detallados, realizar simulaciones para mejorar el desempeño del diseño y ajustar el diseño arquitectónico de acuerdo con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética.
	E4	Integrar redes e instalaciones utilizando BIM, asegurando que cumplan con criterios de sostenibilidad y eficiencia y desarrollar simulaciones que optimicen el funcionamiento de las instalaciones en el proyecto.

Módulo 4		
Nombre	Coordinación y gestión del proyecto	
Descripción	El último módulo se centra en la coordinación y gestión del proyecto a través del uso de BIM, asegurando que todas las especialidades (arquitectura, ingeniería y construcción) trabajen en armonía. Se enseñará cómo simular el proceso constructivo y realizar seguimientos de calidad en todas las fases del proyecto, identificando posibles riesgos y mejorando continuamente mediante lecciones aprendidas. Este módulo resalta la importancia de las simulaciones de sostenibilidad para prever y mitigar impactos ambientales negativos.	
Objetivo	Proveer a los participantes herramientas avanzadas para la gestión de proyectos BIM, con un enfoque en la integración de disciplinas y el seguimiento de los objetivos de sostenibilidad.	
Enseñanzas	Coordinación de especialidades. Simulación de proceso constructivo. Talleres de aseguramiento. Talleres de riesgos. Seguimiento y control de calidad. Talleres de lecciones aprendidas.	
Ejes temáticos	E1	Coordinación de especialidades
	E2	Simulación de proceso constructivo
	E3	Simulaciones de sostenibilidad
	E4	Talleres, seguimiento y control de calidad
Alcances por ejes temáticos	E1	Aplicar metodologías de coordinación entre disciplinas a través de BIM, optimizando el flujo de información.
	E2	Implementar las simulaciones para prever el desarrollo constructivo y minimizar los impactos negativos en el proceso en la etapa de construcción.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

	E3	Aplicar herramientas BIM para simular el comportamiento energético y la sostenibilidad de los proyectos.
	E4	Implementar metodologías para asegurar la calidad del proyecto y su ejecución eficiente.
Resultados de aprendizaje	E1	Coordinar distintas especialidades dentro de un proyecto BIM, mejorando la sostenibilidad y eficiencia.
	E2	Simular procesos constructivos con el objetivo de reducir errores y maximizar la eficiencia del proyecto.
	E3	Realizar simulaciones que ayuden a optimizar el diseño en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.
	E4	Desarrollar estrategias de control de calidad basadas en la metodología BIM, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de los proyectos.

5. Metodología

Este espacio académico desarrolla una estrategia pedagógica orientada a diagnosticar los conocimientos previos del estudiante, permitiendo una fundamentación sólida a través de la acción y la reflexión. Se busca favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de herramientas tecnológicas que dinamizan la interacción profesor-estudiante, integrando metodologías ajustadas al modelo de aula invertida, complementadas con encuentros sincrónicos y asincrónicos.

De esta manera, el estudiante realizará actividades de trabajo autónomo apoyadas en la plataforma, incluyendo la lectura de documentos y materiales complementarios, para luego aclarar y reforzar los conceptos teóricos y prácticos que le permitan construir su conocimiento, promoviendo un aprendizaje significativo, autónomo y colaborativo.

El trabajo autónomo desarrollado por el estudiante previo a los encuentros presenciales, permitirá que en estos espacios el docente explique y ponga en práctica los contenidos del curso, fomentando tanto el trabajo individual como el colaborativo.

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.**

Dado el carácter teórico-práctico de este espacio académico, se proponen las siguientes estrategias metodológicas:

Estrategia metodológica	¿En qué consiste?	¿Para qué y cuando se utiliza?
Lectura de material de apoyo y documentos complementarios.	Corresponde a la lectura y comprensión del contenido suministrado por el docente a través de la plataforma y la profundización en el tema para el desarrollo de la unidad.	Brindar al estudiante los lineamientos de la temática a desarrollar en cada una de las unidades facilitando una profundización por parte del mismo. Se llevarán a cabo en los plazos establecidos para cada unidad, teniendo en cuenta la estrategia metodológica.
Encuentro sincrónico y asincrónico.	Espacio en el cual de manera sincrónica y asincrónica el docente expone, explica y pone en práctica la temática de la unidad. Además de aclarar dudas e inquietudes realizadas por parte de los estudiantes.	Afianzar en los estudiantes el conocimiento adquirido a través de la lectura previa de material de apoyo. Se programan en las fechas establecidas por el docente y el cronograma de ejecución del diplomado.
Recursos audiovisuales.	Son materiales desarrollados con técnicas audiovisuales.	Dar al estudiante información en formato multimedia, con el fin de proporcionar mayor claridad y contexto a la temática desarrollada.
Trabajo práctico y aplicado.	Desarrollo de actividades que desde la academia permiten al estudiante un acercamiento a la práctica en el campo laboral.	Desarrollar por parte del estudiante un trabajo práctico y/o aplicado desde una visión profesional.
Trabajo colaborativo y cooperativo.	Desarrollo de actividades grupales por parte de los estudiantes en el cual interactúan e intercambian conocimientos previos y experiencias.	Reforzar las habilidades del trabajo cooperativo y autónomo.

6. Recursos

6.1. Herramientas tecnológicas

- **Software BIM:** Autodesk Revit, ArchiCAD, Navisworks.
- **Software de simulación energética:** DesignBuilder, EnergyPlus, Green Building Studio.
- **Entornos Colaborativos:** Autodesk BIM 360, Trimble Connect, Microsoft Teams.

6.2. Plataforma de interacción

- **Plataforma de Learning Management System (LMS):** Acceso a la plataforma para la gestión de contenidos y recursos del curso, donde se incluirán materiales de lectura y en formato audiovisual.
- **Herramientas de comunicación:** Uso de foros, chats, videoconferencias y correo electrónico para la comunicación entre estudiantes y docentes.

7. Evaluación

La evaluación en este espacio académico está diseñada para promover la autoformación, el aprendizaje autónomo y el trabajo en grupo, fortaleciendo así un proceso continuo de aprendizaje cognitivo y metacognitivo. La metodología aplicada está mediada por tecnología a través del modelo de aula invertida, permitiendo que los estudiantes utilicen de manera efectiva los recursos y materiales de apoyo disponibles en la plataforma, con acompañamiento constante por parte del docente.

Este enfoque favorece el desarrollo profesional del estudiante al acercarlo a las buenas prácticas de su campo, fomentando la aplicación de conocimientos en contextos reales. El trabajo cooperativo y autónomo es esencial para estimular el intercambio de conocimientos

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

y experiencias, lo cual facilita el análisis e interpretación de situaciones complejas y la resolución de problemas basados en el conocimiento adquirido.

Las formas de evaluación incluyen diversas actividades que reflejan las competencias desarrolladas en el diplomado, tales como la elaboración de paneles o infografías, guías, resolución de cuestionarios, talleres de riesgo, el diligenciamiento del plan de ejecución BIM, la evaluación del costo del ciclo de vida, informes o reportes de desempeño sostenible y la elaboración de proyectos aplicados. Cada una de estas actividades está diseñada para evaluar tanto el entendimiento teórico como la capacidad de aplicación práctica en escenarios reales.

Es fundamental que todas las actividades, ya sean evaluativas o no, respeten el derecho de autor, utilizando las referencias bibliográficas correspondientes y asegurando la originalidad en la producción del trabajo académico.

8. Bibliografía adicional

8.1. Libros

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. John Wiley & Sons.
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling. Wiley.
- Smith, P., & Tardif, M. (2009). Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide. Wiley.
- Azhar, S. (2011). "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry." Leadership and Management in Engineering.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

- Chong, H.-Y., & Wang, X. (Eds.). (2016). Collaborative Design and Planning for Digital Manufacturing. Springer.

8.2. Artículos Científicos

- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs." *Automation in Construction*, 38, 109-127.
- Hosseini, M. R., et al. (2018). "Roadmap to mature BIM use in Australian SMEs: competitive dynamics perspective." *Journal of Management in Engineering*, 34(1), 04017048.
- Wong, K. A., & Fan, Q. (2013). "Building information modelling (BIM) for sustainable building design." *Facilities*, 31(3/4), 138-157.

8.3. Normativas y Estándares

- ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles.
- ISO 15392:2019. Sustainability in building construction — General principles.
- Norma Técnica Colombiana NTC 6112 de 2016. Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios Ambientales Para Diseño Y Construcción De Edificaciones Sostenibles Para Uso Diferente A Vivienda.

8.4. Recursos en Línea

- Autodesk University (<https://www.autodesk.com/autodesk-university/overview>)

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN.

- BuildingSMART International (<https://www.buildingsmart.org/>)
- US Green Building Council (<https://www.usgbc.org/>)

9. Historial de revisión.

Agosto de 2024 - Redacción del primer sílabo del espacio académico de acuerdo con el enfoque de competencias y resultados de aprendizaje. Realizado por: Cynthia Yustin García Valencia.

Diplomado enfocado a sostenibilidad y metodología Building Information Modeling BIM aplicado a proyectos de edificación

Perfil de Ingreso: dirigido a profesionales del sector de la construcción, como ingenieros civiles, arquitectos, y especialistas en áreas afines, con experiencia previa en diseño, construcción o gestión de proyectos. Se espera que los postulantes tengan conocimientos básicos en sostenibilidad y manejo de herramientas digitales de modelado, así como competencias en trabajo colaborativo y habilidades tecnológicas. Los candidatos deben estar motivados para aprender e integrar metodologías BIM y prácticas sostenibles en su labor profesional, buscando mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental en proyectos constructivos.

Perfil de Egreso: los egresados del diplomado estarán capacitados para liderar proyectos de construcción que integren la metodología BIM con principios de sostenibilidad. Serán capaces de coordinar equipos multidisciplinarios, aplicar herramientas tecnológicas avanzadas para optimizar recursos y reducir costos, y asegurar el cumplimiento de normativas ambientales. Con habilidades en la evaluación del ciclo de vida de edificaciones y en la implementación de certificaciones sostenibles, los egresados podrán desempeñarse en roles estratégicos dentro de la industria de la construcción, contribuyendo al desarrollo de proyectos más eficientes y responsables con el medio ambiente.

Contenidos	Incidencia en el diplomado	Peso parcial en el modulo	Horas de Docencia Directa HDD		Horas de Trabajo Independient e HTI	Texto Guía	Evaluación de Actividades	
			Encuentros sincronico	Duracion de videos			Panel o Infografía	Otras Evaluaciones
Modulo 1. Introducción	25%	100%	5,00	15,00	10,00		60%	40%
BIM y Sostenibilidad:								
¿Qué es Building Information Modeling?	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
¿Qué es ciclo de vida?								
¿Porque BIM es sostenible?								
Terminologías BIM								
Casos de estudio								
Sostenibilidad en edificaciones	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Indicadores								
Diseño Bioclimático								
Confort ambiental								
Eficiencia Energética								
Impacto ambiental								
Simulaciones de desempeño								
Eficiencia en agua.								
Sistemas de captación y reutilización.								
Materiales de construcción de baja energía embebida.								
RCD y reutilización de materiales en la construcción.								
Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta.								
Confort higr-térmico.								
Iluminación.								
Acústica.								
Sostenibilidad del emplazamiento.								
Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales.								
Sostenibilidad urbana.								
Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.								
Normatividad	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Normatividad nacional e internacional								
Certificaciones. (LEED, EDGE, BREAM, ISO 14000).								
Gestión de proyectos:	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Plan de Ejecución BIM								
Taller de riesgos								
Seguimiento y control de calidad								
Coordinación de especialidades								
Trabajo Colaborativo								
Cálculo del costo del ciclo de vida	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Modulo 2. Planeación.	25%	100%	6,00	18,00	12,00		60%	40%
Plan de Ejecución BIM:	7,50%	30%	2,00	6,00	4,00	Si	20%	13%
Definición de alcances del proyecto								
Estructuración del Plan de Ejecución BIM								
Entornos comunes de datos:	7,50%	30%	2,00	6,00	4,00	Si	20%	13%
Infraestructura Tecnológica								
Entornos y plataformas web para la revisión de modelos BIM								
Caracterización del caso de estudio a nivel BIM	10%	40%	2,00	6,00	4,00	Si	20%	13%
Modulo 3. Diseño.	25%	100%	4,00	12,00	8,00		60%	40%
Formulación de estrategias de sostenibilidad	12,50%	50%	2,00	6,00	4,00	Si	30%	20%
Desarrollo de arquitectura e ingenierías en 3D								
Simulación de casos base, mejorado y optimizado	12,50%	50%	2,00	6,00	4,00	Si	30%	20%
Factibilidad técnica y económica (Costo del ciclo de vida)								
Modulo 4. Coordinación y gestión del proyecto	25%	100%	5,00	15,00	10,00		60%	40%
Coordinación de especialidades	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Simulación de proceso constructivo								
Talleres de aseguramiento	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Talleres de riesgos	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Seguimiento y control de calidad	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Talleres de lecciones aprendidas	5%	20%	1,00	3,00	2,00	Si	12%	8%
Total	100%		20	60	40			

Tipos de Evaluación

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| 1. Elaboración de panel o infografía | 4. Taller de Riesgo | 7. Informe o reporte de desempeño sostenible |
| 2. Elaboración de guía | 5. Completar plan de ejecución BIM | 8. Proyecto Aplicado |
| 3. Resolución de un cuestionario | 6. Evaluación del costo del ciclo de vida | |

Documento Maestro

(Según Decreto MEN No. 1330 de 2019)

Diplomado en sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación

Componente 1. Propósitos de formación y pertinencia

1. Generalidades del programa

Tabla N°1.

Generalidades del Programa.

Información del programa	
Nivel académico del programa	Educación Continua
Modalidad	Virtual
Nombre del programa	Diplomado en sostenibilidad y metodología Building Information Modeling (BIM) aplicado a proyectos de edificación
Número Total de horas	120
Horas de docencia directa HDD	80
HDD – Encuentros sincrónicos	20
HDD – Material audiovisual pregrabado	60
Horas de trabajo independiente HTI	40
Campo amplio	Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines
Campo específico	Arquitectura y construcción
Porcentaje de inclusión tecnológica	100%

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar competencias técnicas y prácticas en los profesionales del sector de la construcción para integrar la metodología BIM con criterios de sostenibilidad en proyectos de edificación, fomentando la eficiencia energética, la reducción del impacto ambiental y la gestión efectiva del ciclo de vida de los proyectos.

2.2. Objetivos específicos

- Comprender y aplicar la metodología BIM en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos de edificación, integrando conceptos de sostenibilidad para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y reducir el impacto ambiental.
- Desarrollar competencias en el manejo de herramientas tecnológicas y plataformas digitales para la modelación, simulación y optimización de proyectos BIM, con un enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia energética.
- Implementar y coordinar estrategias de trabajo colaborativo en proyectos de construcción, utilizando BIM para garantizar la integración de disciplinas y la gestión eficiente de recursos en el diseño y construcción sostenibles.

3. Competencias a desarrollar

Los graduados del diplomado tendrán la capacidad de integrar de manera efectiva la metodología BIM con criterios de sostenibilidad en proyectos de edificación, destacándose en el mercado laboral por su manera de liderar y gestionar proyectos constructivos con un enfoque integral y sostenible.

De esta manera, los graduados podrán desarrollar competencias técnicas y profesionales con habilidad para aplicar la metodología BIM en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de construcción, desde el diseño hasta la operación y mantenimiento. También contarán con la capacidad para diseñar y gestionar proyectos de construcción sostenible, integrando criterios ambientales, sociales y económicos en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Igualmente podrán manejar y coordinar equipos multidisciplinarios en entornos colaborativos, utilizando herramientas BIM y prácticas

sostenibles. Además poseerán un dominio en la aplicación de normativas nacionales e internacionales relacionadas con BIM y sostenibilidad, garantizando el cumplimiento de los estándares más altos en los proyectos.

Con respecto a las habilidades de gestión y coordinación tendrán la capacidad para desarrollar y ejecutar planes de gestión de proyectos bajo la metodología BIM, incluyendo la planificación, coordinación, control de calidad y mitigación de riesgos. También contarán con competencias en la gestión de recursos y en la toma de decisiones informadas basadas en el análisis de datos y simulaciones de desempeño ambiental y económico.

En cuanto a la innovación y la sostenibilidad poseerán habilidad para identificar, evaluar y aplicar soluciones innovadoras en el diseño y construcción de edificaciones, orientadas a maximizar la eficiencia energética, reducir el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad urbana. También podrán liderar procesos de certificación ambiental (como LEED, EDGE, BREEAM) en proyectos de edificación, desde la planificación hasta la ejecución y operación.

En cuanto a las competencias tecnológicas incluirán un dominio avanzado de herramientas y plataformas BIM para la gestión integral de proyectos de edificación. Además de competencias en la aplicación de simulaciones y modelos digitales para evaluar y optimizar el desempeño energético y ambiental de los proyectos.

4. Metodología de enseñanza y aprendizaje

El diplomado implementará una metodología de enseñanza y aprendizaje basada en un enfoque teórico-práctico, que combina la acción y la reflexión para fomentar un aprendizaje significativo, autónomo y colaborativo. Esta metodología está diseñada para

adaptarse a las necesidades de los estudiantes, apoyándose en el uso de tecnologías y en un modelo de aula invertida, que permite maximizar el tiempo en los encuentros presenciales y no presenciales.

Diagnóstico de conocimientos previos: Al inicio del curso, se realizará un diagnóstico de los conocimientos previos de los estudiantes para identificar las áreas que requieren mayor fundamentación. Esto permitirá adaptar los contenidos y actividades a las necesidades específicas de cada grupo.

Trabajo autónomo y colaborativo: Los estudiantes realizarán actividades de trabajo autónomo, incluyendo la lectura de documentos, revisión de materiales de apoyo y la participación en foros de discusión a través de la plataforma institucional. Estas actividades prepararán a los estudiantes para los encuentros presenciales, donde se reforzarán y aclararán los conceptos teóricos y prácticos.

Aula invertida y encuentros presenciales sincrónicos: La metodología del aula invertida se articulará con los encuentros presenciales y no presenciales, donde el docente facilitará la aplicación práctica de los contenidos. Durante estos encuentros, se fomentará el trabajo tanto individual como colaborativo, permitiendo a los estudiantes poner en práctica sus conocimientos y habilidades.

Uso de herramientas tecnológicas: Se emplearán herramientas tecnológicas para dinamizar la interacción entre el profesor y los estudiantes, facilitando el acceso a recursos y la comunicación constante. Estas herramientas también apoyarán el seguimiento y control de calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Evaluación permanente: La evaluación en este diplomado será continua y estará orientada a la autoformación, el aprendizaje autónomo y el trabajo en grupo. El enfoque será formativo, promoviendo un proceso cognitivo y metacognitivo constante, y garantizando que los estudiantes adquieran competencias aplicables a su entorno profesional.

5. Relación de los alcances de la formación

5.1. Unidad de competencia propias del espacio académico

Integre y aplique los principios de sostenibilidad y la metodología Building Information Modeling (BIM) en el ciclo de vida de proyectos de edificación, mediante la planificación, diseño, coordinación y ejecución de estrategias que optimicen el uso de recursos, aseguren la eficiencia energética, evalúen el ciclo de vida completo de los proyectos, reduzcan el impacto ambiental, utilicen simulaciones de sostenibilidad, gestionen la documentación y colaboren en entornos comunes de datos, asegurando el cumplimiento con normativas nacionales e internacionales y contribuyendo a la construcción sostenible y al desarrollo de entornos urbanos resilientes.

5.2. Resultados de aprendizaje

• Modulo 1. Introducción

- Explicar cómo la metodología BIM contribuye a la sostenibilidad en la construcción, relacionando sus beneficios en la eficiencia de los recursos y la planificación sostenible del ciclo de vida de los edificios.
- Aplicar las principales normativas y estándares relacionados con BIM y sostenibilidad en proyectos de construcción, comprendiendo su relevancia para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

- Diseñar un plan de ejecución BIM, integrando aspectos de sostenibilidad y gestionando las etapas del proyecto de forma eficiente, alineado con los requisitos normativos y los objetivos sostenibles.
- Gestionar documentación técnica bajo estándares BIM, utilizando herramientas digitales para documentar y reportar el impacto sostenible del proyecto.
- **Modulo 2. Planeación**
 - Estructurar un plan de ejecución BIM que integre prácticas sostenibles, asegurando que los proyectos cumplan con los objetivos de eficiencia energética y reducción de impacto ambiental.
 - Configurar un entorno común de datos que permita una adecuada colaboración interdisciplinaria en proyectos BIM, gestionando el flujo de información y el seguimiento de los objetivos sostenibles.
- **Modulo 3. Diseño**
 - Aplicar estrategias de modelado urbano en proyectos BIM, considerando la sostenibilidad y la integración de infraestructuras urbanas y realizar simulaciones para mejorar la planificación y la eficiencia del diseño urbano.
 - Generar modelos estructurales optimizados, realizar simulaciones estructurales y evaluar la viabilidad técnica y económica de las propuestas a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
 - Desarrollar modelos arquitectónicos detallados, realizar simulaciones para mejorar el desempeño del diseño y ajustar el diseño arquitectónico de acuerdo con criterios de sostenibilidad y eficiencia energética.

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

- Integrar redes e instalaciones utilizando BIM, asegurando que cumplan con criterios de sostenibilidad y eficiencia y realizar simulaciones que optimicen el funcionamiento de las instalaciones en el proyecto.
- **Modulo 4. Coordinación y gestión del proyecto**
 - Coordinar distintas especialidades dentro de un proyecto BIM, mejorando la sostenibilidad y eficiencia.
 - Simular procesos constructivos con el objetivo de reducir errores y maximizar la eficiencia del proyecto.
 - Realizar simulaciones que ayuden a optimizar el diseño en términos de eficiencia energética y sostenibilidad.
 - Desarrollar estrategias de control de calidad basadas en la metodología BIM, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de los proyectos.

6. Justificación

El diplomado en Integración de Sostenibilidad y Metodología BIM aplicado a proyectos de edificación es de vital importancia para la formación de profesionales en el sector de la construcción. En un contexto donde la sostenibilidad se ha convertido en un imperativo global, y la adopción de BIM está revolucionando la forma en que se diseñan, construyen y gestionan las edificaciones, este programa educativo ofrece una formación avanzada y especializada que responde a las necesidades del mercado actual.

La relevancia del curso radica en su enfoque multidisciplinario, que no solo cubre aspectos técnicos y normativos, sino que también fomenta la colaboración entre diferentes áreas de especialidad. Esto permite a los estudiantes adquirir competencias que van más allá

de la gestión tradicional de proyectos, preparándolos para liderar iniciativas que integren de manera efectiva la sostenibilidad desde el diseño hasta la operación de las edificaciones.

7. Demanda y necesidades del sector

El desarrollo de este diplomado se basa en un análisis exhaustivo de los programas académicos existentes en diferentes niveles, que reveló una creciente necesidad de formación especializada en la integración de la sostenibilidad y la metodología BIM en proyectos de edificación. El diagnóstico revela que, aunque existen programas académicos relacionados con la construcción y la sostenibilidad, pocos abordan de manera integral la convergencia de estos temas críticos, especialmente en el contexto de la normativa nacional e internacional, y su aplicación práctica en el ciclo de vida de los proyectos.

Con respecto a la relevancia del programa, se puede decir que, la rápida evolución tecnológica y la creciente importancia de la sostenibilidad en el sector de la construcción demandan que los profesionales estén preparados para enfrentar desafíos complejos, adoptando enfoques modernos y eficientes. Los programas académicos tradicionales en construcción, en su mayoría, no ofrecen una capacitación adecuada en la metodología BIM ni en su vinculación directa con prácticas sostenibles, lo que da lugar a una brecha de formación en el mercado laboral.

Asimismo, revisando la demanda académica y profesional, la propuesta actual responde a una demanda emergente entre profesionales que buscan actualizar sus competencias y alinearse con las tendencias globales en sostenibilidad y digitalización de la construcción. Por ende, la necesidad de un programa que combine teoría y práctica en la integración de BIM y sostenibilidad es evidente, especialmente en sectores como el diseño

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

arquitectónico, la ingeniería civil, la gestión de proyectos y la construcción, donde estos conocimientos son cada vez más valorados y requeridos.

En este sentido, el análisis comparativo de programas académicos a nivel nacional e internacional demuestra una brecha en la oferta educativa relacionada con la metodología BIM aplicada a la sostenibilidad. La mayoría de los programas se centran en uno de estos aspectos de manera aislada, sin abordar la sinergia entre ambos, aspecto esencial para la formación de profesionales que puedan liderar proyectos de construcción sostenibles y eficientes.

En conclusión, este diplomado responde a la necesidad de formación especializada en un área de alta demanda y escasa oferta académica, ofreciendo a los profesionales del sector una oportunidad única para actualizar sus competencias y posicionarse en un mercado cada vez más competitivo y exigente.

8. Contribución al desarrollo sostenible

Este diplomado se fundamenta en la premisa de que la construcción sostenible es esencial para el desarrollo de sociedades resilientes y ecológicamente responsables. La integración de la metodología BIM con principios de sostenibilidad permite a los profesionales del sector de la construcción diseñar, planificar y ejecutar proyectos que minimicen el impacto ambiental, optimicen el uso de recursos y promuevan el bienestar social.

Por otra parte, el programa aborda aspectos clave como el ciclo de vida de las edificaciones, la eficiencia energética, el diseño bioclimático, y la gestión de recursos, aspectos cruciales para la sostenibilidad en la construcción. Al preparar a los participantes

para implementar prácticas sostenibles y BIM de manera conjunta, el diplomado contribuye directamente a los ODS establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especialmente en áreas como la energía asequible y no contaminante (ODS 7), las ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) y la acción por el clima (ODS 13).

9. Impacto en el perfil profesional del graduado

Los graduados de este diplomado serán profesionales altamente capacitados para enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector de la construcción, con un enfoque en la sostenibilidad y la digitalización. La formación recibida les permitirá liderar proyectos que integren eficientemente la metodología BIM y los principios de construcción sostenible, elevando los estándares de calidad y eficiencia en el diseño y la ejecución de proyectos.

Además, los graduados estarán preparados para desempeñar roles clave en la toma de decisiones, gestión de proyectos y coordinación de equipos multidisciplinarios, asegurando que las mejores prácticas en sostenibilidad y BIM sean implementadas en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto. Su perfil se destacará por una combinación única de competencias técnicas y un fuerte compromiso con la sostenibilidad, haciéndolos valiosos para empleadores en una amplia gama de sectores, incluidos el diseño arquitectónico, la ingeniería civil, la gestión de proyectos y el desarrollo urbano.

En resumen, el diplomado no solo enriquece el perfil profesional de los graduados, sino que también los posiciona como agentes de cambio en la transición hacia prácticas de construcción más sostenibles y tecnológicamente avanzadas, respondiendo a las necesidades y desafíos de un mercado laboral en constante evolución.

Componente 2. Aspectos curriculares

10. Plan de Estudios

10.1. Estructura del Plan de Estudios

10.1.1. Descripción General

El plan de estudios del Diplomado en Integración de Sostenibilidad y Metodología BIM en Proyectos de Edificación está diseñado para ofrecer una formación integral y especializada en la aplicación de principios sostenibles y tecnología BIM en el sector de la construcción. La estructura del plan de estudios se organiza en *cuatro módulos*, cada uno enfocado en desarrollar competencias específicas necesarias para abordar los desafíos actuales en el diseño y construcción de edificaciones sostenibles.

- **Módulo 1: Introducción**

Este módulo establece las bases conceptuales de BIM y su relación con la sostenibilidad en la construcción. Aquí, los participantes entenderán qué es, cómo funciona a lo largo del ciclo de vida de un proyecto y por qué se considera una metodología sostenible. A través de ejemplos prácticos y casos de estudio, los estudiantes aprenderán sobre las terminologías esenciales de BIM y cómo pueden aplicarse para mejorar los resultados ambientales y económicos de un proyecto.

- **Módulo 2: Planeación.**

Este módulo profundiza en la planificación de proyectos mediante la creación de un plan de ejecución BIM, en el cual los participantes aprenderán a definir los alcances del proyecto y establecer los lineamientos necesarios para una ejecución eficiente. También se abordará el uso de entornos comunes de datos, los cuales facilitan la coordinación de equipos

y el manejo de información del proyecto, garantizando la trazabilidad y control de los datos en tiempo real.

- **Módulo 3: Diseño**

El enfoque de este módulo está en la fase de diseño de proyectos utilizando BIM. Aquí, los participantes desarrollarán modelos tridimensionales de urbanismo, estructuras, arquitectura, y redes e instalaciones, integrando criterios de sostenibilidad en cada etapa del diseño. El uso de simulaciones energéticas y análisis de costos del ciclo de vida (ACV) permitirá a los participantes optimizar el diseño desde un enfoque técnico y económico.

- **Módulo 4: Coordinación y gestión del proyecto**

El último módulo se centra en la coordinación y gestión del proyecto a través del uso de BIM, asegurando que todas las especialidades (arquitectura, ingeniería y construcción) trabajen en armonía. Se enseñará cómo simular el proceso constructivo y realizar seguimientos de calidad en todas las fases del proyecto, identificando posibles riesgos y mejorando continuamente mediante lecciones aprendidas. Este módulo resalta la importancia de las simulaciones de sostenibilidad para prever y mitigar impactos ambientales negativos.

Cada módulo del plan de estudios está diseñado para desarrollar competencias específicas, que, al integrarse, aseguran una formación coherente y alineada con los objetivos generales del diplomado. Este enfoque modular facilita un aprendizaje progresivo, donde los conocimientos adquiridos en cada etapa se consolidan y se aplican en contextos más complejos en módulos posteriores.

10.1.2. Plan general de estudios

A continuación, se presenta el plan de estudios del Diplomado con su respectiva intensidad horaria

Tabla N°2.

Plan de estudios e intensidad horaria.

Contenidos	Horas de Docencia Directa HDD		Horas de Trabajo Independiente HTI
	Encuentros sincrónicos	Duración de videos	
Modulo 1. Introducción	5,00	15,00	10,00
BIM y Sostenibilidad:			
¿Qué es Building Information Modeling?			
¿Qué es ciclo de vida?	1,00	3,00	2,00
¿Porque BIM es sostenible?			
Terminologías BIM			
Casos de estudio			
Sostenibilidad en edificaciones			
Indicadores			
Diseño Bioclimático			
Confort ambiental			
Eficiencia Energética			
Impacto ambiental			
Simulaciones de desempeño			
Eficiencia en agua.			
Sistemas de captación y reutilización.			
Materiales de construcción de baja energía embebida.	1,00	3,00	2,00
RCD y reutilización de materiales en la construcción.			
Calidad del ambiente interior y su efecto en las construcciones y venta.			
Confort higro-térmico.			
Iluminación.			
Acústica.			
Sostenibilidad del emplazamiento.			
Explotación y adecuado manejo de los recursos ambientales.			
Sostenibilidad urbana.			

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN

Dinámicas de cerramiento de ciclos energéticos a nivel local y urbano.

Normatividad

Normatividad nacional e internacional Certificaciones. (LEED, EDGE, BREEM, ISO 14000).	1,00	3,00	2,00
---	------	------	------

Gestión de proyectos:

Plan de Ejecución BIM			
Taller de riesgos			
Seguimiento y control de calidad	1,00	3,00	2,00
Coordinación de especialidades			
Trabajo Colaborativo			

Cálculo del costo del ciclo de vida	1,00	3,00	2,00
-------------------------------------	------	------	------

Modulo 2. Planeación.	6,00	18,00	12,00
------------------------------	-------------	--------------	--------------

Plan de Ejecución BIM:

Definición de alcances del proyecto	2,00	6,00	4,00
Estructuración del Plan de Ejecución BIM			

Entornos comunes de datos:

Infraestructura Tecnológica	2,00	6,00	4,00
Entornos y plataformas web para la revisión de modelos BIM			

Caracterización del caso de estudio a nivel BIM	2,00	6,00	4,00
---	------	------	------

Modulo 3. Diseño.	4,00	12,00	8,00
--------------------------	-------------	--------------	-------------

Formulación de estrategias de sostenibilidad	2,00	6,00	4,00
Desarrollo de arquitectura e ingenierías en 3D			

Simulación de casos base, mejorado y optimizado			
Factibilidad técnica y económica (Costo del ciclo de vida)	2,00	6,00	4,00

Modulo 4. Coordinación y gestión del proyecto	5,00	15,00	10,00
--	-------------	--------------	--------------

Coordinación de especialidades	1,00	3,00	2,00
Simulación de proceso constructivo			
Talleres de aseguramiento	1,00	3,00	2,00
Talleres de riesgos	1,00	3,00	2,00
Seguimiento y control de calidad	1,00	3,00	2,00

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN

Talleres de lecciones aprendidas	1,00	3,00	2,00
Total	20	60	40

10.1.3. Perfil de ingreso

Dirigido a profesionales del sector de la construcción, como ingenieros civiles, arquitectos y especialistas en áreas afines, con experiencia previa en diseño, construcción o gestión de proyectos. Se espera que los postulantes tengan conocimientos básicos en sostenibilidad y manejo de herramientas digitales de modelado, así como competencias en trabajo colaborativo y habilidades tecnológicas. Los candidatos deben estar motivados para aprender e integrar metodologías BIM y prácticas sostenibles en su labor profesional, buscando mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental en proyectos constructivos. Se requiere: AutoCAD® nivel intermedio, inglés nivel básico y experiencia en desarrollo de proyectos ingeniería/arquitectura.

10.1.4. Competencias por módulo

A continuación, se detallan las competencias específicas y transversales que los estudiantes desarrollarán en cada uno de los módulos del diplomado:

Tabla N°3.*Competencias Específicas y Transversales.*

		Competencias específicas	Competencias transversales
Módulo 1	Introducción	Comprender los principios fundamentales del Building Information Modeling (BIM) y su impacto en la sostenibilidad de proyectos de edificación.	Capacidad de pensamiento crítico para evaluar la integración de BIM y sostenibilidad.
		Analizar el ciclo de vida de los proyectos de construcción desde una perspectiva de sostenibilidad.	Habilidad para trabajar en equipo durante la revisión y análisis de normativas, estándares y principios BIM.

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN

		Conocer la normativa internacional y nacional relacionada con BIM y la sostenibilidad.	
Módulo 2	Planeación	<p>Desarrollar un plan de ejecución BIM integrando estrategias de sostenibilidad.</p> <p>Implementar entornos comunes de datos para gestionar proyectos con BIM.</p> <p>Evaluar la infraestructura tecnológica necesaria para la gestión colaborativa de proyectos BIM.</p>	<p>Capacidad para trabajar de manera autónoma y colaborativa en la planificación y gestión de proyectos BIM.</p> <p>Fortalecimiento del pensamiento analítico en la implementación de soluciones tecnológicas.</p>
Módulo 3	Diseño	<p>Manejar las plataformas BIM para el modelado de urbanismo, estructuras, arquitectura y redes de instalaciones.</p> <p>Implementar estrategias de diseño para la optimización de recursos y la integración de criterios de sostenibilidad en proyectos de construcción.</p> <p>Realizar simulaciones de casos base, mejorados y optimizados, para evaluar la factibilidad técnica y económica.</p>	<p>Habilidad para gestionar equipos de trabajo multidisciplinarios durante la fase de diseño.</p> <p>Capacidad para resolver problemas mediante el uso de análisis colaborativo y simulaciones integradas.</p>
Módulo 4	Coordinación y gestión del proyecto.	<p>Coordinar las especialidades y disciplinas involucradas en el proyecto para optimizar su desarrollo.</p> <p>Implementar simulaciones de procesos constructivos y de sostenibilidad.</p> <p>Gestionar el seguimiento y control de calidad en todas las fases del proyecto.</p>	<p>Habilidad para trabajar en entornos colaborativos y gestionar los recursos del proyecto.</p> <p>Desarrollo de habilidades de comunicación efectiva para la presentación y documentación de resultados.</p>

10.2. Coherencia y articulación

10.2.1. Integración de competencias

La estructura del diplomado ha sido diseñada para que los contenidos y competencias de cada módulo se articulen de manera coherente, permitiendo a los estudiantes alcanzar los objetivos globales del programa. Cada módulo contribuye de manera específica y complementaria al desarrollo de competencias teóricas, prácticas y transversales, formando una secuencia lógica que garantiza una formación integral en sostenibilidad y metodología BIM aplicadas a proyectos de edificación.

Con respecto a la articulación coherente de los módulos, el Módulo 1: Introducción, establece las bases teóricas y conceptuales sobre BIM y sostenibilidad, proporcionando el marco de referencia necesario para comprender el impacto de estos conceptos en proyectos de edificación. El Módulo 2: Planeación, profundiza en la planificación de proyectos BIM a través del desarrollo de un plan de ejecución BIM y la gestión de entornos comunes de datos. Este módulo asegura que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para gestionar de manera efectiva la información y los recursos tecnológicos. El Módulo 3: Diseño, está orientado a fortalecer las competencias técnicas, enfocándose en el modelado en 3D para urbanismo, estructuras, arquitectura y redes. Aquí, los estudiantes aplicarán de manera práctica los conceptos teóricos y de planificación, desarrollando estrategias de diseño que integren la sostenibilidad con el uso de herramientas BIM. El Módulo 4: Coordinación y gestión del proyecto, culmina el proceso formativo al integrar todas las competencias desarrolladas, poniendo en práctica la coordinación de especialidades y la gestión de los aspectos técnicos y sostenibles. Los estudiantes demostrarán su capacidad para gestionar

proyectos complejos, coordinar equipos multidisciplinarios y asegurar la eficiencia en la ejecución, consolidando su habilidad para aplicar los principios de sostenibilidad y BIM en un entorno real.

En cuanto a la complementariedad de contenidos se puede decir que cada módulo ha sido diseñado para complementar a los demás, abordando diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto de edificación desde una perspectiva integral. Asimismo, las competencias transversales, como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, son reforzadas a lo largo de todo el diplomado, asegurando que los estudiantes adquieran conocimientos técnicos y las habilidades esenciales para el desempeño profesional.

10.2.2. Relevancia en el mercado laboral

La estructura del plan de estudios del diplomado ha sido diseñada para responder a las demandas actuales del mercado laboral y a las necesidades emergentes del sector de la construcción. En un entorno donde la sostenibilidad y la digitalización son cada vez más valoradas, este programa académico ofrece una formación integral que combina el uso avanzado de la metodología BIM con la implementación de principios de sostenibilidad, preparando a los graduados para enfrentar los desafíos contemporáneos de la industria.

Considerando la creciente adopción de BIM en la industria de la construcción, impulsada por normativas y estándares internacionales como la ISO 19650 y las políticas nacionales en Colombia, ha generado una demanda significativa de profesionales capacitados en esta metodología. Los módulos del diplomado cubren desde conceptos básicos hasta aplicaciones avanzadas de BIM, asegurando que los graduados posean las competencias necesarias para gestionar proyectos con esta herramienta.

De igual manera la sostenibilidad en la construcción también ha adquirido una importancia crítica, con regulaciones como la Resolución No. 0549 de 2015 y el documento CONPES 3919 de 2018, que promueven prácticas de construcción sostenible y la certificación en estándares como LEED y EDGE. Este diplomado aborda estos aspectos de manera integral, equipando a los estudiantes con el conocimiento necesario para implementar y gestionar proyectos sostenibles.

11. Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje

11.1. Enfoque pedagógico

El enfoque pedagógico del diplomado se fundamenta en metodologías de enseñanza-aprendizaje innovadoras que buscan maximizar la participación activa de los estudiantes y su capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en contextos reales. Entre las principales estrategias utilizadas se incluyen:

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** Los estudiantes trabajarán en proyectos reales y complejos que les permitirán aplicar los conceptos y herramientas aprendidos a lo largo del diplomado. Esta metodología promueve la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración, proporcionando una experiencia de aprendizaje integral y contextualizada.
- **Aula Invertida (AI):** Esta metodología permite que los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos de manera autónoma, a través de la plataforma institucional, antes de los encuentros presenciales. Durante las clases, el docente se enfoca en resolver dudas, profundizar en los temas y realizar actividades prácticas que refuercen el aprendizaje.

- **Uso de plataformas digitales y simulaciones:** El diplomado hace un uso intensivo de herramientas tecnológicas y plataformas digitales para dinamizar la interacción entre el profesor y el estudiante. Además, se utilizarán simulaciones que permitirán a los estudiantes experimentar con escenarios de la vida real, evaluar sus decisiones y observar los resultados de manera segura y controlada.

De igual manera el diplomado está diseñado para integrar de manera equilibrada la teoría y la práctica, asegurando que los estudiantes no solo comprendan los conceptos fundamentales, sino que también sean capaces de aplicarlos en su entorno laboral. Esta interacción se llevará a cabo mediante:

- **Actividades prácticas en los encuentros:** Durante las sesiones sincrónicas, se procurará el desarrollo de actividades prácticas que refuercen los contenidos teóricos previamente estudiados. Estas actividades incluirán talleres, estudios de caso y análisis de situaciones reales en el ámbito de la construcción sostenible y la metodología BIM.
- **Proyectos integradores:** A lo largo del diplomado, los estudiantes participarán en proyectos integradores que les permitirán aplicar de forma holística los conocimientos adquiridos en los diferentes módulos. Estos proyectos estarán orientados a la resolución de problemas concretos y relevantes para el sector de la construcción.
- **Prácticas colaborativas:** Se fomentará el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes para desarrollar competencias transversales como la comunicación, el liderazgo y la gestión de equipos. Estas prácticas colaborativas permitirán a los

estudiantes compartir experiencias y perspectivas, enriqueciendo el proceso de aprendizaje.

11.2. Desarrollo de competencias

El diplomado está diseñado para asegurar que los estudiantes adquieran competencias prácticas clave, que son esenciales para su desempeño profesional en el sector de la construcción. Las metodologías implementadas que contribuyen al desarrollo de estas competencias incluyen:

- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** A través de esta metodología, los estudiantes se enfrentarán a proyectos reales que simulan los retos del entorno laboral. Esto les permitirá aplicar las herramientas y técnicas de la metodología BIM y de la construcción sostenible en escenarios concretos, desarrollando habilidades como la gestión de proyectos, la resolución de problemas y la toma de decisiones en contextos de incertidumbre.
- **Talleres prácticos y simulaciones:** Los estudiantes participarán en talleres donde pondrán en práctica lo aprendido mediante simulaciones de procesos constructivos y uso de software especializado. Estas actividades fomentarán el dominio de herramientas tecnológicas avanzadas, así como la capacidad para implementar soluciones eficientes y sostenibles en la construcción.
- **Trabajo colaborativo:** La metodología incluye dinámicas de trabajo en equipo que simulan las colaboraciones multidisciplinarias en proyectos de construcción reales. Esto desarrollará competencias en gestión de equipos, coordinación de

DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN

especialidades, y comunicación efectiva, esenciales para el éxito en proyectos complejos.

El diplomado también se enfoca en fortalecer las competencias teóricas de los estudiantes, proporcionando un conocimiento conceptual robusto que es fundamental para comprender y aplicar principios avanzados en su campo. Los enfoques para desarrollar estas competencias incluyen:

- **Estudios de caso y análisis crítico:** A través del análisis de casos reales y actuales en el sector de la construcción, los estudiantes adquirirán un conocimiento profundo de los principios teóricos que subyacen a la metodología BIM y a las prácticas de construcción sostenible. Este análisis les permitirá entender la aplicación de conceptos teóricos en situaciones prácticas y complejas.
- **Lecturas guiadas y recursos académicos:** Se ofrecerá a los estudiantes acceso a una amplia gama de recursos académicos, incluyendo libros, artículos, normas técnicas, y publicaciones recientes en el campo. Estas lecturas, complementadas con discusiones en clase y actividades en la plataforma digital, reforzarán el conocimiento teórico y su aplicabilidad en la práctica profesional.
- **Exposiciones y conferencias:** Se incluirán exposiciones por parte de expertos en el campo, quienes presentarán los conceptos teóricos más relevantes y recientes. Esto permitirá a los estudiantes actualizar sus conocimientos y comprender las tendencias actuales y futuras en la construcción sostenible y la metodología BIM.

11.3. Evaluación y Retroalimentación

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

El proceso de evaluación del diplomado se basa en un enfoque de evaluación continua, que permite un seguimiento constante del progreso de los estudiantes y una mejora continua en su aprendizaje. A lo largo del diplomado, se llevarán a cabo evaluaciones formativas que permiten monitorear el avance del estudiante en tiempo real. Estas evaluaciones incluyen actividades como resolución de cuestionarios, ejercicios prácticos, simulaciones y presentaciones de proyectos. La retroalimentación será inmediata, facilitando la corrección de errores y el refuerzo de conceptos clave. También se implementarán plataformas digitales que soporten la evaluación continua, como Learning Management System (LMS) y software de simulación BIM. Estas herramientas permitirán la evaluación automatizada de tareas, el seguimiento del rendimiento en actividades interactivas, y la generación de informes personalizados que orienten el aprendizaje de cada estudiante.

Igualmente, los docentes proporcionarán retroalimentación regular y personalizada a los estudiantes, destacando sus fortalezas y áreas de mejora. Esta retroalimentación se entregará tanto en forma verbal durante los encuentros presenciales como a través de comentarios escritos en las plataformas digitales, asegurando que los estudiantes puedan reflexionar sobre su desempeño y mejorar continuamente.

Para fomentar la autoevaluación y el aprendizaje autónomo, se implementarán estrategias que promuevan la autogestión y la responsabilidad del estudiante en su proceso educativo. Los estudiantes realizarán autoevaluaciones periódicas que les permitan reflexionar sobre su propio aprendizaje y desempeño. Estas autoevaluaciones estarán guiadas por rúbricas claras y criterios de evaluación específicos que ayudarán a los estudiantes a identificar sus propias áreas de mejora y a planificar acciones correctivas. Asimismo, se

diseñarán actividades de aprendizaje autónomo que los estudiantes deberán realizar de manera independiente, utilizando los recursos y materiales proporcionados en la plataforma digital. Estas actividades estarán alineadas con los objetivos del diplomado y estarán diseñadas para desarrollar la capacidad de autogestión, pensamiento crítico, y resolución de problemas de los estudiantes.

12. Recursos y Herramientas

12.1. Plataformas y herramientas digitales

En el desarrollo del diplomado se utilizarán diversas plataformas y herramientas tecnológicas para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, para el manejo de los softwares BIM se emplearán herramientas líderes en la industria para el modelado de información de construcción, tales como Autodesk Revit, ArchiCAD, y Navisworks. Estos programas permitirán a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas en la creación, gestión y coordinación de modelos BIM. Además, se incluirán programas especializados para la simulación energética, como DesignBuilder, EnergyPlus y Green Building Studio, los cuales facilitan la evaluación del desempeño energético de los proyectos y su alineación con los objetivos de sostenibilidad.

Para facilitar el trabajo colaborativo y la gestión de proyectos en equipo, se emplearán plataformas como Autodesk BIM 360, Trimble Connect, y Microsoft Teams. Estas herramientas permitirán la coordinación en tiempo real entre diferentes especialidades, favoreciendo la colaboración efectiva.

Asimismo, el diplomado se apoyará en una plataforma de LMS que servirá como el entorno principal para la gestión de contenidos, recursos y actividades del curso. A través de

esta plataforma, los estudiantes tendrán acceso a materiales de lectura, vídeos, y recursos interactivos, además de participar en foros y videoconferencias.

12.2. Material de apoyo

Los estudiantes tendrán acceso a una variedad de materiales didácticos diseñados para apoyar su aprendizaje, en este sentido, se proporcionarán documentos y artículos actualizados que cubren los conceptos fundamentales y avanzados en BIM y sostenibilidad, seleccionados para complementar las actividades teóricas y prácticas del curso. Además, se ofrecerán guías detalladas que orienten el estudio autónomo y la preparación de las actividades prácticas. También se incluyen vídeos explicativos, tutoriales, y webinars grabados, diseñados para fortalecer la comprensión de los temas abordados en el diplomado.

12.3. Ambientes virtuales:

Los espacios virtuales, gestionados a través de la plataforma LMS, serán el lugar principal para el desarrollo de actividades en línea, permitiendo a los estudiantes participar en clases sincrónicas y asincrónicas, acceder a los materiales del curso, y colaborar con sus compañeros y docentes. Cuando sea necesario, se organizarán sesiones virtuales con software especializado, permitiendo a los estudiantes desarrollar competencias prácticas en un entorno controlado y con acceso a tecnologías de punta.

Componente 3. Recurso humano

13. Recurso Humano

13.1. Equipo docente calificado

El diplomado contará con un equipo docente altamente calificado, seleccionado por su vasta experiencia tanto en el ámbito académico como en el sector profesional. Cada uno

de los docentes posee una sólida formación en las áreas de sostenibilidad y BIM, así como una destacada trayectoria en proyectos de construcción, consultoría, y enseñanza.

13.2. Perfil del docente

Los docentes encargados de impartir los módulos del diplomado deben las siguientes características:

- **Formación académica:**
 - Títulos de maestría o doctorado en áreas relacionadas con la construcción sostenible, ingeniería civil, arquitectura, gestión de proyectos, y tecnologías BIM.
 - Cursos de especialización y certificaciones en sostenibilidad, gestión ambiental, energías renovables, y software BIM.
- **Experiencia profesional:**
 - Participación en proyectos destacados de construcción sostenible, donde se haya implementado la metodología BIM para mejorar la eficiencia, sostenibilidad, y calidad de los proyectos.
 - Experiencia práctica en el uso de software BIM y en la coordinación de proyectos multidisciplinarios.
 - Involucramiento en la gestión de proyectos certificados bajo estándares internacionales de sostenibilidad, como LEED, EDGE, o BREEAM.
- **Experiencia académica:**
 - Trayectoria docente en instituciones de educación superior, donde hayan impartido cursos relacionados con BIM, sostenibilidad en la construcción, y gestión de proyectos.

- Capacidad para diseñar e implementar estrategias pedagógicas innovadoras, incluyendo el uso de tecnologías digitales y metodologías activas como el aula invertida.

13.3. Criterios de selección

Para asegurar la calidad del equipo docente, se han establecido los siguientes criterios de selección:

- **Relevancia de la formación académica:** Se dará prioridad a los candidatos con títulos de posgrado (maestría o doctorado) en disciplinas relevantes para el diplomado.
- **Experiencia profesional comprobada:** Se valorará la experiencia en la ejecución de proyectos relevantes de construcción sostenible utilizando la metodología BIM, así como la participación en iniciativas certificadas bajo estándares internacionales.
- **Competencia en software y herramientas digitales:** Los docentes deben demostrar un manejo avanzado de software BIM (como Autodesk Revit, ArchiCAD, Navisworks) y herramientas de simulación energética (como DesignBuilder, EnergyPlus).
- **Innovación en metodologías de enseñanza:** Se evaluará la capacidad del docente para implementar y adaptar metodologías pedagógicas innovadoras, con énfasis en la combinación de teoría y práctica, y el uso de entornos virtuales.
- **Actualización profesional:** Se considerará la participación activa en programas de formación continua, congresos, y publicaciones que demuestren la actualización constante en las áreas de sostenibilidad y BIM.

13.4. Relevancia y actualización

Los docentes del diplomado están comprometidos con la actualización constante de sus conocimientos y habilidades, lo que garantiza que los contenidos impartidos estén alineados con las tendencias más recientes y las demandas del mercado laboral en el sector de la construcción. Además, su participación activa en congresos, seminarios, y grupos de investigación asegura una transferencia de conocimientos actualizados y de vanguardia a los estudiantes.

13.5. Compromiso con la formación integral

El equipo docente se enfocará en la transmisión de conocimientos técnicos y en la formación integral de los estudiantes, promoviendo competencias transversales como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la responsabilidad ambiental. Su enfoque pedagógico está orientado a preparar a los estudiantes para enfrentar los retos actuales del sector de la construcción, con una visión sostenible y una competencia técnica avanzada.

Componente 4. Recursos académicos

14. Recursos Académicos

14.1. Recursos tecnológicos

El diplomado está diseñado para aprovechar las tecnologías más avanzadas en el campo de la construcción y la sostenibilidad. Los participantes tendrán acceso a:

- **Laboratorios de informática:** software especializado en BIM como Autodesk Revit, ArchiCAD, y Navisworks, y simulación energética como DesignBuilder y EnergyPlus. Estos laboratorios estarán disponibles para prácticas y proyectos durante todo el diplomado.

- **Entornos virtuales de aprendizaje:** La plataforma de LMS será el eje central de la interacción académica. Aquí, los estudiantes encontrarán todos los materiales didácticos, incluidos textos, guías de estudio, videos, y recursos multimedia. Además, la plataforma permitirá la gestión de tareas, participación en foros, y acceso a videoconferencias.
- **Herramientas de colaboración:** Para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración, se utilizarán plataformas como Autodesk BIM 360, Trimble Connect, y Microsoft Teams. Estas herramientas permitirán a los estudiantes compartir modelos, trabajar de manera conjunta en proyectos, y comunicarse de manera efectiva con sus compañeros y docentes.

14.2. Espacios de aprendizaje

El diplomado combinará el uso de ambientes virtuales y encuentros sincrónicos para ofrecer una experiencia de aprendizaje integral:

- **Aulas virtuales:** A través de la plataforma LMS, los estudiantes participarán en sesiones sincrónicas y asincrónicas que complementarán el aprendizaje. Estas aulas virtuales serán utilizadas para seminarios en línea, revisiones de proyectos, y discusiones grupales.
- **Apoyo tecnológico:** Se ofrece un soporte tecnológico constante para garantizar que los participantes puedan acceder sin dificultades a todos los recursos necesarios. Se brindará asistencia técnica para el uso de software especializado, plataformas digitales, y recursos en línea, asegurando que los estudiantes puedan aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas disponibles.

Componente 5. Autoevaluación y mejora continua

15. Autoevaluación y mejora continua

15.1. Mecanismos de evaluación y retroalimentación

El diplomado implementará un sistema robusto de autoevaluación y retroalimentación que garantice la mejora continua del programa. Estos mecanismos estarán diseñados para recoger opiniones y sugerencias tanto de los estudiantes como de los docentes, permitiendo ajustes y mejoras basadas en evidencia.

- **Encuestas de satisfacción del estudiante:** Al finalizar cada módulo, los estudiantes completarán encuestas de satisfacción en las que evaluarán diferentes aspectos del curso, incluyendo la calidad de la enseñanza, la pertinencia de los contenidos, el uso de recursos tecnológicos y la dinámica en los encuentros. Estas encuestas serán anónimas para fomentar la sinceridad en las respuestas y serán analizadas para identificar áreas de mejora.
- **Evaluación del desempeño docente:** Se llevarán a cabo evaluaciones periódicas del desempeño de los docentes a lo largo del diplomado. Estas evaluaciones incluirán observaciones en el encuentro, revisiones de los materiales didácticos y la recopilación de comentarios por parte de los estudiantes. Los resultados serán discutidos con los docentes para implementar estrategias de mejora en su práctica pedagógica.
- **Revisión de resultados académicos:** Se analizarán los resultados académicos de los estudiantes en cada módulo para evaluar la efectividad de la enseñanza y la comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes. Este análisis permitirá

ajustar las metodologías de enseñanza y los recursos educativos según sea necesario para mejorar los resultados de aprendizaje.

15.2. Proceso de mejora continua

El ciclo de mejora continua del programa se basará en la retroalimentación recibida y en los resultados obtenidos en las evaluaciones. Se establecerán las siguientes prácticas para asegurar la actualización y pertinencia del diplomado:

- **Reuniones de retroalimentación:** Después de la revisión de las encuestas y evaluaciones, se organizarán reuniones de retroalimentación con el equipo docente y administrativo para discutir los hallazgos y proponer mejoras. Estas reuniones serán clave para mantener el programa alineado con las necesidades del sector y las expectativas de los estudiantes.
- **Actualización de contenidos:** Basado en la retroalimentación y los cambios en el mercado laboral o en las tecnologías emergentes, se realizarán actualizaciones periódicas en los contenidos de los módulos. Esto asegurará que el diplomado se mantenga relevante y adaptado a las últimas tendencias y demandas del sector de la construcción y sostenibilidad.
- **Planes de acción:** Se desarrollarán planes de acción específicos para abordar las áreas de mejora identificadas. Estos planes incluirán plazos y responsables, asegurando que las recomendaciones sean implementadas de manera efectiva y oportuna.

15.3. Involucramiento de los estudiantes en la mejora del programa

Los estudiantes serán considerados actores clave en el proceso de mejora continua. Se promoverá su participación activa mediante:

- **Foros de discusión:** Se habilitarán foros en la plataforma LMS donde los estudiantes podrán compartir sus experiencias y sugerencias a lo largo del diplomado. Estas aportaciones serán analizadas periódicamente para identificar oportunidades de mejora.

15.4. Informe anual de evaluación y mejora

Anualmente, se elaborará un informe de evaluación del diplomado que recoja todas las actividades de autoevaluación y las mejoras implementadas. Este informe servirá como base para la toma de decisiones estratégicas a largo plazo y como evidencia del compromiso con la calidad académica y la excelencia en la formación.

Componente 6. Sostenibilidad y proyección social

16. Sostenibilidad y proyección social

16.1. Integración de la sostenibilidad en el diplomado

El diplomado está rigurosamente diseñado para incorporar la sostenibilidad como un pilar central, alineándose con los ODS de la ONU. Este enfoque transversal se manifiesta en todos los aspectos del programa, desde el contenido académico hasta las metodologías de enseñanza y la evaluación del impacto.

- **Construcción sostenible como eje temático:** El diplomado profundiza en la intersección entre la construcción sostenible y la metodología BIM, explorando cómo estas herramientas pueden contribuir a un uso más eficiente de los recursos naturales y una reducción significativa de la huella de carbono en los proyectos de construcción. Se abordan temas críticos como la eficiencia energética, el manejo de

residuos de construcción, la selección de materiales con baja energía embebida, y la optimización del ciclo de vida de las edificaciones.

- **Simulaciones y modelado de impacto ambiental:** Los estudiantes tendrán acceso a herramientas avanzadas de simulación y modelado que les permitirán evaluar el desempeño ambiental de los proyectos de construcción en tiempo real. Estas herramientas no solo facilitan el análisis del impacto energético, sino que también permiten prever y mitigar efectos adversos sobre el medio ambiente desde las fases iniciales del diseño.

16.2. Impacto social y contribución comunitaria

El diplomado busca formar profesionales competentes y también construir agentes de cambio que puedan generar un impacto social positivo en sus comunidades y más allá. Para lograrlo, se integran varias iniciativas orientadas a la acción social y la mejora del bienestar comunitario.

- **Proyectos de intervención social y comunitaria:** Como parte del programa, los estudiantes participarán en proyectos de intervención que aborden problemas específicos en comunidades locales o regionales. Estos proyectos estarán enfocados en la mejora de la infraestructura sostenible, el desarrollo de soluciones habitacionales ecológicas, y la implementación de tecnologías verdes en entornos desfavorecidos. Se priorizarán intervenciones que tengan el potencial de replicarse en otras comunidades, amplificando su impacto.
- **Fomento de la responsabilidad social corporativa:** A través de seminarios, talleres y estudios de caso, se promoverá una fuerte cultura de responsabilidad social entre

los participantes del diplomado. Se buscará que los graduados apliquen estos principios en su práctica profesional y los integren en las políticas y estrategias de sus organizaciones, fomentando una transformación hacia modelos de negocio más sostenibles y éticos.

16.3. Alineación con los ODS y proyección global

El diplomado adopta una perspectiva global, preparando a los estudiantes para contribuir a los desafíos planetarios desde su campo profesional. Este enfoque está estrechamente alineado con los ODS, y se refleja en todas las etapas del programa.

- **Vinculación con redes internacionales:** Se fomentará la participación en redes globales y alianzas estratégicas con organizaciones internacionales que trabajen en sostenibilidad, arquitectura ecológica, y construcción verde. Esto permitirá a los estudiantes estar a la vanguardia de las últimas tendencias globales y participar en proyectos de impacto internacional que potencien su experiencia y conocimientos.
- **Formación de líderes y agentes de cambio:** El programa pretende impartir conocimientos técnicos y formar líderes capaces de influir y transformar las prácticas del sector de la construcción hacia un futuro más sostenible. Los graduados estarán capacitados para liderar equipos multidisciplinarios, implementar estrategias de sostenibilidad a gran escala y participar activamente en la creación de políticas públicas que favorezcan la sostenibilidad.

16.4. Evaluación del impacto social y ambiental del programa

Para garantizar que el diplomado no solo se alinee teóricamente con los principios de sostenibilidad, sino que también genere un impacto tangible, se implementarán mecanismos rigurosos de evaluación y seguimiento.

- **Evaluación permanente del impacto de proyectos:** Se establecerá un sistema de seguimiento y evaluación continua de los proyectos realizados por los estudiantes, con métricas claras para medir su impacto social, ambiental y económico. Estos informes serán revisados periódicamente para asegurar que los objetivos de sostenibilidad se están cumpliendo y para identificar áreas de mejora.
- **Informe de impacto y mejora continua:** Anualmente, se publicará un informe detallado que documente las contribuciones del diplomado a la sostenibilidad y su impacto en las comunidades. Este informe no solo servirá como un registro de logros, sino también como una herramienta para la mejora continua, permitiendo ajustes en el contenido y las metodologías del programa según los resultados obtenidos y las necesidades emergentes del sector.

16.5. Promoción de la innovación y la investigación

El diplomado también se compromete a promover la innovación y la investigación en sostenibilidad, impulsando a los estudiantes a explorar nuevas ideas y enfoques que puedan transformar el sector.

- **Desarrollo de proyectos innovadores:** Se incentivará a los estudiantes a desarrollar proyectos innovadores que propongan soluciones novedosas a los desafíos de la

**DIPLOMADO EN SOSTENIBILIDAD Y METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING
BIM APLICADO A PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

sostenibilidad en la construcción. Estos proyectos podrán presentarse en conferencias, concursos de innovación, y otros foros académicos y profesionales.

- **Publicación y difusión de resultados:** Los mejores trabajos y proyectos de los estudiantes serán publicados y difundidos a través de revistas académicas, plataformas digitales, y eventos del sector, contribuyendo al cuerpo de conocimiento global sobre sostenibilidad y construcción verde.