



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Centro de formación	9203 - Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, Regional antioquia
Línea de investigación	construcción y edificaciones
Código dependencia presupuestal (SIIF)	Linea programatica: 66 - Investigación aplicada y semilleros de investigación en centros de formación
Red de conocimiento sectorial	Red de Construcción
Disciplina de la subárea de conocimiento	Ingeniería Civil
¿En cuál de estas actividades económicas se puede aplicar el proyecto de investigación?	Ingeniería Civil
Temática estratégica SENA	Industria 4.0
¿El proyecto tiene video?	https://youtu.be/9E_sMwXe48Y



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

¿El
proyecto
está
relacionado
con
la
industria
4.0?

La inserción de BIM dentro del sector de la Construcción, ha dado respuesta a la necesidad que se tiene de incrementar la productividad de este en comparación con otras industrias como son la manufacturera o de la economía global. Como lo menciona el artículo el Papel de BIM en la industria 4.0 "BIM es la metodología nexo entre todos esos conceptos originales de la Industria 4.0 (I4.0.) y, por tanto, BIM es la metodología habilitadora principal de la I4.0. para el sector de la Construcción" (Raúl Pastor, 2020) Dentro de Industrias 4.0, también nace el contexto Construcción 4.0, este pretende representar la transformación de capacidades, actitudes y conocimientos entre la industria tradicional de la Construcción y demás economías. Es así como desde 2 puntos se pretende: (i) la industrialización de los procesos constructivos y la incorporación de tecnologías emergentes que facilitan la automatización de dichos procesos por medio del uso de la información. La Industria 4.0 pretende generar estrategias para la digitalización de la industria en Colombia y a nivel mundial, que sea inteligente, descentralizada y colaborativa, con la intención de tener un soporte por medio de procesos y tecnologías de información, mediante las cuales se pueda incorporar aplicación de Economía circular, pensada desde el diseño (Eco-diseño) y otros paradigmas en la construcción como nuevas tecnologías de construcción destacando las nuevas tecnologías habilitadoras "Tecnologías habilitadoras. En relación con las llamadas tecnologías habilitadoras, el Programa Marco de Investigación, Desarrollo e Innovación Horizonte 2020 (H2020) introdujo el concepto de "Key Enabling Technologies" (KETs). Citaba, entre ellas, las nanotecnologías y materiales avanzados, la fabricación avanzada y la biotecnología (Ciencias de la vida, por extensión), dando a entender que estas mismas tecnologías son necesarias para abordar los retos sociales, de energía, clima y salud, entre otros y que invertir en ellas permitirá acelerar la competitividad, crear nuevos empleos y ayudar al crecimiento" (Raúl Pastor, 2020)

¿El
proyecto
está
relacionado
con
la
economía
naranja?

NO



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

¿El NO
proyecto
aporta
a la
Política
Institucional
para
Atención
de
las
Personas
con
discapacidad?

¿Cuál es el origen de las muestras con las que se realizarán las actividades de investigación, bioprospección y/o aprovechamiento comercial o industrial?

No aplica

¿El proyecto se alinea con el plan tecnológico desarrollado por el centro de formación?

Si

¿El proyecto se alinea con las Agendas Departamentales de Competitividad e Innovación?

Si

Alineación con las Mesas Sectoriales

1. construcción e infraestructura

Resumen del proyecto

En la actualidad del sector de diseño y construcción de instituciones educativas del país no se analiza el impacto ambiental de los materiales, en relación con la huella de carbono y energía incorporada; sólo en algunos casos que se realiza dicho análisis, requiere la intervención de profesionales especializados y se tiende a incorporarlos en etapas avanzadas del proyecto. El proyecto busca desarrollar una herramienta con integración en la metodología de trabajo colaborativo (BIM) que permita conocer los datos de impacto ambiental de los materiales, en tiempo real de diseño, y pueda generar un criterio ambiental de selección de materiales desde las primeras etapas de diseño del proyecto; sin que la incorporación de esta información represente un costo elevado y se pueda incentivar al mercado de la construcción a la implementación de materiales de construcción de menor impacto ambiental, incorporados en la base de datos de la



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO

Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

herramienta desarrollada.

Antecedentes

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles a nivel mundial en el cual hay muchos países inscritos, se presenta una preocupación generalizada del cambio climático global. En estos objetivos (en total son 15 objetivos) se establecieron metas para el 2030, llamada "Agenda 2030", con el propósito de disminuir el impacto ambiental. Pero el Desarrollo Sostenible requiere un marco sólido de indicadores y datos estadísticos para monitorear su progreso, informar la política y garantizar la rendición de cuentas de todas las partes interesadas. Este marco de indicadores globales fue adoptado por la Asamblea General de países el 6 de julio de 2017. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se han extraído de la página web de las Naciones Unidas www.un.org/sustainabledevelopment/es y las metas de cada Objetivo corresponden a las incluidas en la resolución 70/1 de la Asamblea General titulada "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible". Los indicadores mundiales se han extraído del documento oficial de las Naciones Unidas, "Marco de indicadores mundiales para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", 2018. Colombia hace parte de ese grupo de países que hicieron el pacto por la sostenibilidad. Haciendo una prospectiva sobre algunos indicadores en nuestro país, extraída de la información publicada por los SDG (Sustainable Development Goals, Objetivos de Desarrollo Sostenible), se presenta lo siguiente que, de un lado es preocupante, pero de otro lado es un reto y una meta para Colombia en un corto plazo (Department of Economic and Social Affairs 2020): *En el 2016, la concentración media anual ponderada de la población de partículas finas suspendidas de menos de 2,5 micras de diámetro (PM_{2,5}) fue de 17,2 microgramos por metro cúbico. Esto está por encima del nivel máximo de seguridad establecido por la OMS de 10 microgramos por metro cúbico. *Las emisiones de dióxido de carbono de la quema de combustible aumentaron de 54,2 millones de toneladas en el año 2000, y en el 2017 pasó a 75,3 millones de toneladas. *La proporción de la población urbana que vive en barrios marginales paso de 22.3 % en 2000 al 27,8 % en 2018. *El consumo doméstico de materiales aumentó de 5,9 toneladas métricas per cápita en el año 2000 a 6,8 toneladas métricas per cápita en 2017. (ODS No 12). *En el 2005 hubo 241 muertes por desastre, y en el año de 2019 se presentaron 394 muertes. *En el 2005 se presentaron 276 muertes y personas desaparecidas atribuidas a desastres, mientras que en el 2019 hubo un total de 422. Estas estadísticas son las más recientes registradas en los SDG a la fecha de escritura de este documento, lo que da a entender que Colombia no ha hecho una gestión eficaz y eficiente para contrarrestar o disminuir estos indicadores. Haciendo una introspección hacia compromisos propuestos más recientemente en nuestro país, y apuntando a cumplir los objetivos de la Agenda 2030 y a una economía circular, se encuentran algunos publicados por el Departamento Nacional de Planeación, y los del CONPES, entre otros, que se detallan en las siguientes líneas. *Según el Departamento Nacional de Planeación (Departamento Nacional de Planeación 2022), dentro de la "Agenda 2030 en Colombia" tiene planteado en su objetivo No 11: bajar el déficit actual de vivienda al 2,7 %, con una vivienda segura y sostenible, reducir los efectos adversos de los desastres naturales, minimizar el impacto ambiental de las ciudades, fortalecer la planeación del desarrollo nacional y regional e implementar Políticas para la Inclusión, la Eficiencia de los Recursos y la Reducción del Riesgo de Desastres, entre otros. Lo anterior a través del documento CONPES 3918, por el cual el Gobierno Nacional definió 16 metas que trazarán el camino para cumplir la Agenda 2030. También en su objetivo No 12 se encuentra la producción y consumo responsables (Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos al 2030 de 17.9%). Adicionalmente en su objetivo No 15, vida de ecosistemas terrestres, se tiene un estimado de 30620 miles de hectáreas de áreas protegidas para el 2030, amentando aproximadamente 12,9 millones de hectáreas continentales protegidas. *Según el Ministerio del Medio Ambiente,



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO

Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

(Minambiente 2022), existe la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), en línea con la propuesta del Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”, en el cual la consigna de “producir conservando y conservar produciendo” nos impone un reto como sociedad, en la eficiencia en el uso de los recursos, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los materiales, el agua y la energía. También hace énfasis en el flujo de materiales de diferentes sectores de producción, incluyendo el sector de la construcción, gran generador de RCD. *Según Mongabay, un periódico independiente en pro del medio ambiente (Paz Cardona 2022), informa que para el año 2021 hubo una leve disminución de la deforestación en Colombia, el reto sería que esta cifra tenga siempre esa tendencia: a la baja. Pero además de lo anterior, se presentan otros retos: restauración de zonas deforestadas, protección de líderes ambientales, veeduría de los compromisos hechos en el 2021 y que el tema del medio ambiente esté incluido en las campañas electorales. *Documento CONPES 4075 (Consejo Nacional de Política Económica y Social 2022), busca consolidar el proceso de transición energética a través de la formulación e implementación de acciones y estrategias intersectoriales que fomenten el crecimiento económico, energético, tecnológico, ambiental y social del país con el fin de avanzar hacia su transformación energética. *El pacto por la sostenibilidad (producir conservando y conservar produciendo) (Departamento Nacional de Planeación 2018) busca afianzar el compromiso de las actividades productivas con la sostenibilidad, la reducción de impactos ambientales y la mitigación del cambio climático. Como vemos, hay bastantes objetivos nacionales planteados en términos de aportar a una economía sostenible tendiendo a cumplir la Agenda 2030. Mirando más específicamente hacia estudios relacionados con la huella de carbono, que impacta enormemente en el cambio climático, se encuentra que China ha incursionado en este campo con la valuación del ciclo de vida con BIM, con los cálculos de la huella de carbono para un edificio residencial en China (Yang et al. 2018) y con medidas de control de las emisiones de carbono en las edificaciones (Zhang y Wang 2015), (Li et al. 2013) y (Mao et al. 2013). De igual manera se encontró en Malasia y en la India estudios de huella de carbono en edificaciones de poblaciones de bajos ingresos, lo cual apunta a que, en un futuro, los resultados lo usen diseñadores para sus propuestas de construcción (Shafiq et al. 2015) y (Kurian et al. 2021). También Corea hacen estudios del ciclo de vida de las emisiones de huella de carbono con el fin de obtener una certificación de las edificaciones (Roh et al. 2016). Otros investigadores hacen estudio de la huella de carbono en diferentes etapas del proceso; Chi Ming Lu y colaboradores (Lu et al. 2015) lo aplican en la etapa de diseño aplicando la metodología BIM, con el fin de optimizar y disminuir el impacto ambiental de la construcción; Cheonghoon Baek y colaboradores (Baek et al. 2013) hacen el estudio en 4 etapas: producción de materiales, construcción, operación y demolición con el propósito también de optimizar en un futuro el uso de materiales en el diseño; Xiao-Juan Li y colaboradores (Li y Zheng 2020) hacen el estudio de la huella de carbono en la etapa de vaciado de las columnas de concreto; también se encontró un estudio de la huella de carbono del ciclo de vida de los productos de construcción empleados en una edificación (desde la cuna hasta la tumba) (Nyári 2015). Otras investigaciones se enfocan en elementos prefabricados, como por ejemplo Yue Teng y colaboradores (Teng et al. 2018) que aplican el estudio a prefabricados y observar la disminución de las emisiones en el ciclo de vida de las emisiones; en China elaboran estructuras de concreto prefabricado para investigar el impacto en la huella de carbono usando la metodología BIM (Li et al. 2021) y por último, en España, hacen un estudio del impacto ambiental de la construcción de escuelas prefabricadas (Pons y Wadel 2011). Otros se apoyan en la metodología BIM aprovechando que los materiales tienen información valiosa que se puede incluir en el proyecto, incluyendo la huella de carbono de estos, lo que conlleva que se sabe de primera mano, cuanta huella de carbono tendrá el edificio en su etapa final de entrega y, consecuentemente, minimizar este impacto (Honic, Kovacic, y Rechberger 2019), (Mousa, Luo, y McCabe 2016), (Peng 2016). Por último, pero no menos importante, aplican herramientas avanzadas de elementos finitos (Eleftheriadis et al. 2018) y Machine Learning aplicando la metodología BIM (Martínez-Rocamora et al. 2021). Abordando el tema de la energía empleada en la elaboración de los materiales de construcción, el cual es el otro



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

tema que aborda la presente investigación, se encontraron varios aportes acerca de la energía embebida en dichos materiales, por ejemplo, empleando BIM con la información de los materiales en el diseño de la edificación (Capper y Matthews 2012), (Schneider-Marin et al. 2020), (Beazley, Heffernan, y McCarthy 2017). Otros, además de la metodología BIM, aplican otras herramientas para el cálculo de la energía embebida (Xu, Wang, y Wang 2019), (Clark 2019) y (Moosavi Tabatabaei 2019) Como refleja el anterior estudio de antecedentes, se nota que la metodología BIM está liderando la problemática de la huella de carbono y la energía involucrada en los elementos constructivos y, de esta manera, el Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, desde el 2017 ha tenido mucha experiencia en dicha metodología BIM, lo cual ha tenido bastante recorrido en este campo. Los proyectos ejecutados en este campo son los siguientes: *Determinación de los Factores claves para la Planificación de la Implementación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en una Empresa de Construcción de Edificaciones en Colombia a través del Método de Estudio de Caso. SGPS-1615-2017. *Gestión de la información y adopción de un diseño de una edificación formativa bajo la implementación de la metodología BIM SGPS-4058-2018. *Desarrollo del modelo de un módulo básico habitable simulado a través de la implementación de metodología BIM en los niveles de redes, estructuras básicas, arquitectónico, costos y presupuesto SGPS-5761-2019. *Evaluación de la detección de interferencias en un edificio de tipo educativo por medio de la metodología Building Information Modeling, BIM, para disminuir costos y tiempos de ejecución de un proyecto de construcción, con código SGPS-8064-2021. *Análisis del desempeño energético en edificio de servicios educativos mediante la metodología BIM en su 6a dimensión para su optimización, código SGPS-9769-2022. Con el conocimiento adquirido en este último, se pretende aplicar esa experiencia en el Análisis de la huella de carbono y energía incorporada en los materiales de construcción aplicando la sexta dimensión de BIM mediante herramientas tecnológicas

Marco conceptual



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO

Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Estado actual: el crecimiento económico y necesidad de espacios para la población desde la segunda mitad del siglo XX, producto del fin de tiempos de guerras mundiales y el mercado de la globalización de bienes y servicios, generó avances en la industrialización en la construcción. La extracción de materia prima para los materiales de esta construcción industrializada genera un impacto ambiental que se mide en huella de carbono, concepto definido como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes, además de la energía necesaria para producirlos y transportarlos. (Ministerio Medio Ambiente de Chile). La forma de crecimiento y desarrollo de la construcción predominante en la actualidad genera preocupación del impacto ambiental y con ello las condiciones de vida que tendrán las futuras generaciones humanas y dentro de las limitaciones que se presentan en la construcción del país es la falta de información, conocimiento y herramientas asequibles que permitan identificar el impacto ambiental de los materiales utilizados en los proyectos. Actualmente se encuentran bases de datos con indicadores de huella de carbono y energía incorporada en los materiales de manera disgregada y generalmente de otros países y solo de algunos materiales en el contexto local. Las herramientas disponibles para medir el impacto ambiental de los materiales requieren de conocimientos técnicos específicos y generalmente se aplican, cuando lo hacen, en etapas avanzadas de proyecto sólo como información final y no como herramienta de criterio de selección de materiales en la etapa correspondiente. Para el caso específico del proyecto de institución educativa, los materiales deben a su vez responder a cualidades específicas reglamentadas y criterios de confort que permitan condiciones ambientales adecuadas para el aprendizaje. Se busca el desarrollo de una herramienta que permita integración con las herramientas de diseño y trabajo colaborativo tipo BIM incorporando bases de datos de impacto ambiental de los materiales locales en huella de carbono y energía incorporada.

Metodología

Fase I: Análisis de contexto en el sector de la edificación como hacer uso del indicador de huella de carbono para controlar los valores de las emisiones de CO₂ emitidos a la atmosfera en materiales y procesos constructivos Fase II: (i) Definir los criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada. (ii) 2. Establecer como medir el impacto ambiental del sistema constructivo de un proyecto de obra Fase III: Elaborar un banco de datos de referencia a nivel nacional con la mayor cantidad de datos ambientales, mediante bases existentes Fase IV: Desde el modelo BIM Edificio CDHC se identificarán las propiedades y los materiales de los elementos modelados Fase V: Extraer los datos de huella de carbono y energía incorporada de los materiales utilizados en el modelo BIM CDHC, y referenciar con el banco de datos elaborado Fase VI: Obtener los datos de impacto ambiental de los elementos y partidas correspondientes de nuestro modelo BIM Fase VII: Automatizar el proceso mediante: elaboración de un desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada Fase VIII: Divulgación de los resultados mediante elaboración de (2) dos artículos: (i) Criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada y (ii) Artículo Desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada. Así como EDT en el Centro para el desarrollo del Hábitat y la Construcción a la comunidad educativa SENA



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Programas de formación con registro calificado a impactar

- : tecnólogo en construcción de infraestructura vial
- 223104: tecnólogo en construcción en edificaciones
- : tecnólogo en levantamientos topográficos y georreferenciación
- : tecnólogo en prevención y control ambiental
- : tecnólogo en dibujo y modelado arquitectónico y de ingeniería

Programas de formación articulados

- 836114: construcción de edificaciones
- 836201: construcción de estructuras en concreto
- 861100: construcción de vías.
- 832202: instalación de sistemas eléctricos residenciales y comerciales
- 821300: gestión para el suministro de gas combustible
- 223130: laboratorio de suelos.

Propuesta de sostenibilidad

En el ámbito mundial ha tomado relevancia el cuidado del medio ambiente y la cuantificación de los impactos en los diferentes países. Colombia se encuentra suscrito en los acuerdos de compromisos ambientales con una proyección de reducción de impactos desde el acuerdo de París, actualmente con el E2050. Desde la arquitectura y proyectos de infraestructura, los desarrollos informáticos han permitido una integración de diferentes disciplinas para prever, desde un modelo informático, el funcionamiento cuando sea materializado (BIM). Desde el software con mayor difusión BIM en el contexto del país, se pretende desarrollar una herramienta que permita cuantificar el impacto ambiental que tendría un proyecto, atendiendo a las metas de reducir este impacto, generando criterios ambientales de selección de materiales y procesos

Bibliografía

Abd Rashid, A. F., & Yusoff, S. (2015). A review of life cycle assessment method for building industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 244-248. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.043> Acevedo Agudelo, H., & Vasquez Hernandez, A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Gestión y Ambiente, 15. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101009.pdf> Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, A. (13 de Mayo de 2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 8. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307> Albañez, S. (30 de septiembre de 2021). MSI STUDIO. Obtenido de <https://msistudio.com/aplicacion-de-calculo-de-huella-de-carbono-en-un-modelo-bim-parte-i/> Andrade Pérez, G., Chaves, M. E., & Corzo, G. (2018). Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad: Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano, 1, 220. Obtenido de



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35145> Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Camacol Antioquia & One Planet build with care - UNEP. (2018). Implementación de la Política Pública de Construcción Sostenible. <https://www.metropol.gov.co/SiteAssets/Paginas/Noticias/conoce-mas-sobre-la-politica-publica-de-construccion-sostenible-del-valle-de-aburra/> Implementación_Política_Pública_Construcción_Sostenible_Valle_de_Aburrrá_2019.pdf AUTODESK. (25 de Octubre de 2015). Obtenido de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ESP/Revit-Analyze/files/GUID-5ABAE8B3-6660-44F7-8619-4647C22F86A7-htm.html> Baek, Cheonghoon, Sang-Hoon Park, Michiya Suzuki, y Sang-Ho Lee. 2013. «Life Cycle Carbon Dioxide Assessment Tool for Buildings in the Schematic Design Phase». Energy and Buildings 61:275-87. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.01.025. Beazley, Scott, Emma Heffernan, y Timothy J. McCarthy. 2017. «Enhancing Energy Efficiency in Residential Buildings through the Use of BIM: The Case for Embedding Parameters during Design». Energy Procedia 121:57-64. doi: 10.1016/j.egypro.2017.07.479. Capper, Graha, y Jane Matthews. 2012. «Incorporating embodied energy in the BIM process». 12. Clark, David H. 2019. What Colour Is Your Building?: Measuring and Reducing the Energy and Carbon Footprint of Buildings. 1.a ed. RIBA Publishing. Consejo Nacional de Política Económica y Social. 2022. Documento Conpes 4075: POLÍTICA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA. Bogotá, Colombia. DANE. (2009). INDICADORES ECONÓMICOS ALREDEDOR DE LA CONSTRUCCIÓN III trimestre de 2009. Bogotá: DANE. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IIItrim09.pdf Departamento Nacional de Planeación. 2018. PACTO POR COLOMBIA PACTO POR LA EQUIDAD IV. Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo ODS RELACIONADOS. Bogotá, Colombia. Departamento Nacional de Planeación. 2022. «Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles». La agenda 2030 en Colombia 1. Recuperado 10 de mayo de 2022 (<https://www.ods.gov.co/es/objetivos/ciudades-y-comunidades-sostenibles>). Department of Economic and Social Affairs. 2020. «SDG Country Profile: Colombia». Sustainable Development Goal 1. Recuperado 10 de mayo de 2022 (<https://country-profiles.unstatshub.org/col#goal-9>). Edwards, B. (2001). Guía Básica de la Sostenibilidad (1 ed.). Edimburgo: Universidad de Edimburgo. Obtenido de https://www.academia.edu/40262971/Gu%C3%ADa_B%C3%A1sica_de_la_Sostenibilidad Eleftheriadis, S., P. Duffour, P. Greening, J. James, B. Stephenson, y D. Mumovic. 2018. «Investigating Relationships between Cost and CO2 Emissions in Reinforced Concrete Structures Using a BIM-Based Design Optimisation Approach». Energy and Buildings 166:330-46. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.01.059. García Arbeláez, C., Barrera, X.; Gómez, R. y R. Suárez Castaño. 2015. El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21. 2 ed. WWF-Colombia. 31 pp. Honic, M., I. Kovacic, y H. Rechberger. 2019. «Concept for a BIM-Based Material Passport for Buildings». IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 225:012073. doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012073. Kurian, Rosaliya, Kishor Sitaram Kulkarni, Prasanna Venkatesan Ramani, Chandan Swaroop Meena, Ashok Kumar, y Raffaello Cozzolino. 2021. «Estimation of Carbon Footprint of Residential Building in Warm Humid Climate of India through BIM». Energies 14(14):4237. doi: 10.3390/en14144237. Li, D. Z., H. X. Chen, Eddie C. M. Hui, J. B. Zhang, y Q. M. Li. 2013. «A Methodology for Estimating the Life-Cycle Carbon Efficiency of a Residential Building». Building and Environment 59:448-55. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.09.012. Li, Xiao-Juan, Ji-yu Lai, Cai-yun Ma, y Chen Wang. 2021. «Using BIM to Research Carbon Footprint during the Materialization Phase of Prefabricated Concrete Buildings: A China Study». Journal of Cleaner Production 279:123454. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123454. Li, Xiao-Juan, y Yan-dan Zheng. 2020. «Using LCA to Research Carbon Footprint for Precast Concrete Piles during the Building Construction Stage: A China Study». Journal of Cleaner Production 245:118754. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118754. Lu, Chi-Ming, Jia-Yih Chen, Cheng-An Pan, y Taysheng Jeng. 2015. «A BIM Tool for Carbon Footprint Assessment of Building Design». Pp. 447-56 en. Daegu, Taiwan. Mao, Chao, Qiping Shen, Liyin Shen, y Liyaning Tang. 2013. «Comparative Study of Greenhouse Gas Emissions between Off-Site



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Prefabrication and Conventional Construction Methods: Two Case Studies of Residential Projects». *Energy and Buildings* 66:165-76. doi: 10.1016/j.enbuild.2013.07.033. Malaver Jaramillo, N. P., & Ortiz Esguerra, N. F. (2018). Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia. 62. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3983/An%c3%a1lisis_edificaciones_sustentables.pdf

Martínez Castro, M. (2012). LOS PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE COMO UNA MEDIDA PARA ABATIR EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO. ESTUDIO DE CASO EDIFICIOS ACADÉMICOS 10, 11 Y 12 DE LA UNIDAD PROFESIONAL. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIDAD ZACATENCO, 132. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8843/1/TESIS_%20ULTIMA_m.pdf

Martínez-Rocamora, Alejandro, Carlos Rivera-Gómez, Carmen Galán-Marín, y Madelyn Marrero. 2021. «Environmental Benchmarking of Building Typologies through BIM-Based Combinatorial Case Studies». *Automation in Construction* 132:103980. doi: 10.1016/j.autcon.2021.103980. Minambiente. (8 de 11 de 2021). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/cop26/principales-anuncios-de-colombia-en- a-primera-semana-de-la-cop26/ Minambiente. 2022. «Estrategia Nacional de Economía Circular». Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana 1. Recuperado 10 de mayo de 2022 (https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/). Ministerio de Medio Ambiente. (04 de 05 de 2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050. Recuperado el 01 de 05 de 2022, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2021/05/040521-DOCUMENTO-LTS-E2050-COLOMBIA.pdf

Moosavi Tabatabaei, Eyed Farshid. 2019. «Enabling A Bim-Based Embodied Energy Calculation Tool». Maestrís, Texas A&M University, Texas, USA. Mousa, Michael, Xiaowei Luo, y Brenda McCabe. 2016. «Utilizing BIM and Carbon Estimating Methods for Meaningful Data Representation». *Procedia Engineering* 145:1242-49. doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.160. Naciones Unidas . (2015). Acuerdo de París. París: Naciones Unidas. Recuperado el 2022, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Naciones Unidas . (2022). New Report Highlights Risk from Global Warming in the “Third Pole”. New York: UN Enviromental programme. Obtenido de https://www.unep.org/news-and-stories/story/new-report-highlights-risk-global-warming-third-pole

Naciones Unidas. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Bogotá: Lloyd Timberlake. Recuperado el 02 de 05 de 2022, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfndmkaj/https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

Nyári, Judit. 2015. «Carbon Footprint of Construction Products». 34. Paz Cardona, Antonio José. 2022. «Los desafíos ambientales de Colombia en el 2022: restaurar lo deforestado, proteger efectivamente a los líderes y cumplir con los compromisos asumidos». *Mongabay Latam*, periodismo ambiental independiente. Recuperado 10 de mayo de 2022 (https://es.mongabay.com/2022/01/desafios-ambientales-de-colombia-en-el-2022/). Pendall, R., Cowell, M., & Foster, K. (Marzo de 2009). Resilience and Regions: Building Understanding of the Metaphor. *Cambridge Journal of Regions Economy and Society*, 1, 71-84. doi:10.1093/cjres/rsp028

Peng, Changhai. 2016. «Calculation of a Building's Life Cycle Carbon Emissions Based on Ecotect and Building Information Modeling». *Journal of Cleaner Production* 112:453-65. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.078. Pons, Oriol, y Gerardo Wadel. 2011. «Environmental Impacts of Prefabricated School Buildings in Catalonia». *Habitat International* 35(4):553-63. doi: 10.1016/j.habitatint.2011.03.005. Ramirez Vega, R. R. (2010). ESTUDIO, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES EN CHILE. UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS, 131. Obtenido de chrome-



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-ramirez_rv/pdfAmont/cf-ramirez_rv.pdf
Rees, W., & Wackernagel, M. (1996). Huella ecológica. Recuperado el 2022, de Ciudades para un Futuro más Sostenible:
<http://www.cfnararra.es/webgn/sou/instituc/c0/agenda/Huella/EcoSos.htm> Report, S. M. (2018). World Green Building Trends 2018.
London: DODGE Data & Analytics. Obtenido de DODGE: chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.worldgbc.org/sites/default/files/World%20Green%20Building%20Trends%202011.pdf
Roh, Seungjun, Sungho Tae, Sung Joon Suk, George Ford, y Sungwoo Shin. 2016. «Development of a Building Life Cycle Carbon Emissions Assessment Program (BEGAS 2.0) for Korea's Green Building Index Certification System». Renewable and Sustainable Energy Reviews 53:954-65. doi: 10.1016/j.rser.2015.09.048. Schneider-Marin, Patricia, Hannes Harter, Konstantin Tkachuk, y Werner Lang. 2020. «Uncertainty Analysis of Embedded Energy and Greenhouse Gas Emissions Using BIM in Early Design Stages». 19. Shafiq, Nasir, Muhd. Fadhil Nurrudin, Syed Shujaa Safdar Gardezi, y Azwan Bin Kamaruzzaman. 2015. «Carbon Footprint Assessment of a Typical Low Rise Office Building in Malaysia Using Building Information Modelling (BIM)». International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development 6(3):157-72. doi: 10.1080/2093761X.2015.1057876. Teng, Yue, Kaijian Li, Wei Pan, y Thomas Ng. 2018. «Reducing Building Life Cycle Carbon Emissions through Prefabrication: Evidence from and Gaps in Empirical Studies». Building and Environment 132:125-36. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.01.026. Vijande Diaz, R., & Sierra Velasco, J. (2012). Optimización del ciclo de vida del edificio mediante la construcción sostenible industrializada en base acero. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo, 334. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/13485> Xu, Zhao, Shaozhe Wang, y Endong Wang. 2019. «Integration of BIM and Energy Consumption Modelling for Manufacturing Prefabricated Components: A Case Study in China». Advances in Civil Engineering 2019:1-18. doi: 10.1155/2019/1609523. Yang, Xining, Mingming Hu, Jiangbo Wu, y Bin Zhao. 2018. «Building-Information-Modeling Enabled Life Cycle Assessment, a Case Study on Carbon Footprint Accounting for a Residential Building in China». Journal of Cleaner Production 183:729-43. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.070. Zhang, Xiaocun, y Fenglai Wang. 2015. «Life-Cycle Assessment and Control Measures for Carbon Emissions of Typical Buildings in China». Building and Environment 86:89-97. doi: 10.1016/j.buildenv.2015.01.003. World Resources Institute. (2021). What Does "Net-Zero Emissions" Mean? 8 Common Questions, Answered. Obtenido de <https://www.wri.org/insights/net-zero-ghg-emissions-questions-answered> World Resources Institute. (2022). Climate Watch. Obtenido de <https://www.climatewatchdata.org/about/description>

Número de los aprendices que se beneficiarán en la ejecución del proyecto

2



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Municipios beneficiados

Colombia

Descripción del beneficio en los municipios

La información que se obtenga del modelo en la herramienta BIM va permitir brindar un apoyo al sector constructivo en el tema para así poder tomar decisiones que garanticen un bajo impacto ambiental reduciendo la huella carbono y la energía incorporada al seleccionar la mejor combinación de materiales para la construcción, además que a través de este proyecto se contribuye que las personas tengan el conocimiento y la accesibilidad a este tipo de herramientas y así generar hábitos de compras de materiales para la construcción más responsables. En referencia a sostenibilidad: 1. Incremento en el uso de materiales que cumplan con estándares ambientales nacionales establecidos por el Sello Ambiental Colombiano 2. Reducción en la generación de emisiones por m2 en el ciclo de vida del proyecto constructivo 3. Reducción en la huella de carbono por m2 en el ciclo de vida del proyecto constructivo 4. Reducción en la cantidad de emisiones derivadas del transporte de materiales y de residuos Así mismo en los procesos constructivos de las regiones colombianas mediante la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) 1. Priorizar estrategias que minimicen la relación costo/beneficio dentro de cada fase del ciclo de vida del proyecto 2. Promover la generación y fortalecimiento de nuevos modelos de negocio basados en la inclusión de criterios de sostenibilidad en la actividad constructiva 3. Contribuir al fortalecimiento de la competitividad de las regiones, con base en la inclusión de criterios de sostenibilidad en la actividad constructiva 4. Entregar al sector de la región transferencia de conocimiento para creación de competencias y habilidades en el uso de metodologías y herramientas BIM. 5. Sustitución de procesos y metodologías tradicionales por metodologías de trabajo colaborativo y herramientas digitales basadas en BIM

Impacto en el centro de formación

Este proyecto pretende generar conocimiento desde la elaboración de herramientas tecnológicas y su articulación con la sostenibilidad, así como la implementación de la metodología BIM, desde el análisis en cuanto a selección de materiales para procesos constructivos y su impacto ambiental. También pretende incorporar problemáticas de sostenibilidad actuales en la formación de instructores y aprendices del Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), aportando así una ventaja para la incorporación laboral de la comunidad educativa SENA frente a egresados de otras instituciones de educación. Este proyecto pretende responder a las crecientes necesidades profesionales en el ámbito constructivo con herramientas BIM y Sostenibilidad, ambas indispensables en la vinculación de la academia SENA con las empresas del sector de la Construcción, beneficiando sus procesos relacionados con las variables de alcance, tiempo y costos, aportando a la sostenibilidad actualmente requerida por lineamientos ambientales internacionales, adoptados en la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia para Cumplir con el Acuerdo de Paris 2050, mediante transferencia de los resultados con cursos complementario desarrollados con los conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto de investigación Es así como el Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, obtendrá mediante la ejecución del proyecto personal calificado para orientar la formación a los aprendices con enfoque técnico e investigativo en los programas titulados. Así mismo aumenta la participación de instructores y aprendices en el semillero de investigación en temas de BIM 6D (Sexta Dimensión Sostenibilidad). Lo anterior desarrollará en la comunidad Sena a través de la participación en el proyecto y diferentes formas de



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

divulgación, la formación de jóvenes no solo con un alto nivel de conocimientos en los requerimientos actuales del sector.



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.48 (Win64) OpenSSL/1.1.1l PHP/7.4.23 Server at sennova.senaedu.edu.co Port 80

Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.48 (Win64) OpenSSL/1.1.1l PHP/7.4.23 Server at sennova.senaedu.edu.co Port 80



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Presupuesto \$88.252.500 COP

Roles SENNOVA

Rol	Nivel académico	Meses	Número de personas	Asignación mensual
Investigador experto	pregrado	10.5	1	\$4.100.000 COP
Investigador experto	especialización	10.5	1	\$4.305.000 COP
Actualmente el total del costo de los roles requeridos es de:				\$88.252.500 COP



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO

Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Justificación

La metodología BIM (Building Information Modeling) abarca mucho más que el modelado geométrico en tres dimensiones como: (i) análisis de tiempos de ejecución de las obras, (ii) análisis de costes, categorizados en la cuarta y quinta dimensión, también encontramos BIM 6D (Evaluación de la sostenibilidad) que es la dimensión del BIM que añade información sobre sostenibilidad al modelo geométrico del edificio. El Bruntland en su informe the World Commission on Environment and Development definió la sostenibilidad como: “un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Informe Brundtland, 1987). Si se analizan los retos desarrollo sostenible en Colombia, se encuentra que el sector de la construcción desempeña un papel fundamental, muchas veces en la construcción, la sostenibilidad se asocia únicamente a las necesidades energéticas de un edificio, ya que se define para algunos como sostenible este cuando permite ahorrar energía, pero hay que tener presente que la sostenibilidad es polifacética y se refiere a la consecución de un equilibrio sostenible entre el cumplimiento de los requisitos económicos, medioambientales y sociales; todos estos aspectos se pueden articular para ofrecer la posibilidad de un sistema de información integrada de los componentes de un edificio en las diferentes fases de diseño y ciclo de vida. En este sentido, este proyecto tiene como objetivo precisamente evaluar el impacto ambiental de una obra de construcción “Edificio de institución educativa”, medido en huella de carbono y energía incorporada, que tienen los materiales de construcción a usar en la construcción de este desde su proceso de elaboración, transporte y comercialización, toda vez que los retos actuales de la industria de la construcción en relación con los impactos ambientales, manejo de recursos y eficiencia energética apuntan a dar cumplimiento a las agendas de compromisos ambientales internacionales. Lo anterior dado que “Según Las Naciones Unidas, el 90% de la generación de electricidad global requiere grandes cantidades de agua, y para el año 2035 el consumo global de energía se incrementará en un 35% y el de agua en un 85%. En Colombia, las edificaciones consumen el 22% de la demanda nacional de energía (el 16,72 % en el sector residencial, el 5,32 % en el sector comercial y público, y el 0,03 % en la construcción) y el 79% del consumo de agua, los cuales generan el 10,5% el total del inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI).” (CAMACOL Valle, 2021) Por lo anterior este proyecto pretende generar conocimiento desde la elaboración de herramientas tecnológicas y su articulación con la sostenibilidad, así como la implementación de la metodología BIM, desde el análisis en cuanto a selección de materiales para procesos constructivos y su impacto ambiental. También pretende incorporar problemáticas de sostenibilidad actuales en la formación de instructores y aprendices del Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (CDHC), aportando así una ventaja para la incorporación laboral de la comunidad educativa SENA frente a egresados de otras instituciones de educación. En conclusión, este proyecto responde a las crecientes necesidades profesionales en el ámbito constructivo con herramientas BIM y Sostenibilidad, ambas indispensables en la vinculación de la academia SENA con las empresas del sector de la Construcción, beneficiando sus procesos relacionados con las variables de alcance, tiempo y costos, aportando a la sostenibilidad actualmente requerida por lineamientos ambientales internacionales, adoptados en la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia para Cumplir con el Acuerdo de Paris 2050, mediante transferencia de los resultados con cursos complementario desarrollados con los conocimientos adquiridos en el desarrollo del proyecto de investigación

Objetivo general



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Analizar la huella de carbono y energía incorporada en los materiales de construcción aplicando la sexta dimensión de BIM mediante herramientas tecnológicas



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Efectos Directos

EFE-9445	Sobrecostos para realizar este tipo de análisis en los proyectos y por ende poca demanda
Efecto indirecto EFE-9445-IND-12278:	Solo personal especializado con conocimientos avanzados puede hacer este tipo de análisis
Efecto indirecto EFE-9445-IND-12318:	Información obtenida por fuera de estándares y en poder del sector privado o de una minoría
Efecto indirecto EFE-9445-IND-12510:	Adopción de bases de datos y cálculos realizados en el exterior para complementar fichas de materiales locales
EFE-9446	Incentiva la inercia del mercado para continuar utilizando los materiales y procedimientos tradicionales
Efecto indirecto EFE-9446-IND-12279:	Dificultad para lograr los compromisos del país en materia de cambio climático
Efecto indirecto EFE-9446-IND-12325:	Promueve la desinformación como estrategia para vender los materiales tradicionales
Efecto indirecto EFE-9446-IND-12512:	Presenta el uso de materiales sostenibles como algo por fuera del alcance económico de cualquier proyecto
EFE-9447	Mayor impacto ambiental y percepción de reglamentación inexistente
Efecto indirecto EFE-9447-IND-12280:	Los recursos destinados por el gobierno para este ámbito se diluyen por falta de demanda
Efecto indirecto EFE-9447-IND-12331:	Emisión de CO2, Calentamiento global, Consumo energético y Minería urbana
Efecto indirecto EFE-9447-IND-12332:	Percepción popular sobre la trivialidad del desarrollo de normativas en este ámbito
Efecto indirecto EFE-9447-IND-17623:	
Efecto indirecto EFE-9447-IND-17624:	



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Causas Directas

CAU-7377	Las herramientas utilizadas en el medio para modelar edificios carecen de instrumentos para el cálculo de la huella de carbono y energía incorporada de los proyectos
Causa indirecta CAU-7377-IND-18374:	Dificultad al vincular las bases de datos a los modelos realizados bajo Metodología BIM
Causa indirecta CAU-7377-IND-18395:	Descentralización de la información y falta de Entidades que promuevan y gestionen esta información
Causa indirecta CAU-7377-IND-18396:	Déficit de bases de datos locales para el cálculo de la huella de carbono y energía incorporada
CAU-7378	Desconocimiento de la afectación ambiental que generan los materiales de construcción, en cuanto a huella de carbono y energía incorporada
Causa indirecta CAU-7378-IND-18375:	Percepción de complejidad en el análisis de la huella ambiental y energía incorporada de los materiales
Causa indirecta CAU-7378-IND-18397:	No se cuenta con fichas técnicas de los materiales, que brinden la información necesaria
Causa indirecta CAU-7378-IND-18398:	Capacitación sobre los beneficios técnicos y económicos de la inversión de materiales sostenibles
CAU-7379	Poca aplicación de criterios de sostenibilidad en la selección de materiales para la construcción de edificaciones educativas
Causa indirecta CAU-7379-IND-18376:	Desconocimiento de los beneficios económicos que puede llevar la aplicación de materiales sostenibles
Causa indirecta CAU-7379-IND-18399:	Falta de análisis presupuestal en el componente de sostenibilidad en la parte de viabilidad de los proyectos de construcción
Causa indirecta CAU-7379-IND-18400:	Limitada reglamentación de sostenibilidad en estudios, diseños y construcción



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Objetivos Específicos

OBJ-ESP-7377

Causa Directa: CAU-7377

Seleccionar una herramienta BIM que permita incluir, mediante un desarrollo, la información de base de datos sobre huella de carbono y energía incorporada de materiales

Actividad: OBJ-ESP-7377-ACT-18704

Efecto indirecto CAU-7377-IND-18374:

Fecha de ejecución

Del: 2023-02-02 hasta 2023-05-31

Diagnóstico de la herramienta más utilizada para el modelado de edificios

Actividad: OBJ-ESP-7377-ACT-18725

Efecto indirecto CAU-7377-IND-18395:

Fecha de ejecución

Del: 2023-02-02 hasta 2023-05-31

Recopilar las bases de datos y fichas técnicas de los materiales de construcción

Actividad: OBJ-ESP-7377-ACT-18726

Efecto indirecto CAU-7377-IND-18396:

Fecha de ejecución

Del: 2023-02-02 hasta 2023-05-31

Seleccionar la información a incluir de huella de carbono y energía incorporada, de diferentes bases de datos y fichas técnicas consultadas

OBJ-ESP-7378

Causa Directa: CAU-7378

Elaborar un desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita la medición en tiempo real de la huella de carbono y la energía incorporada, mediante la creación de una extensión de la herramienta seleccionada.

Actividad: OBJ-ESP-7378-ACT-18705

Efecto indirecto CAU-7378-IND-18375:

Fecha de ejecución

Del: 2023-06-01 hasta 2023-10-31

Establecer la información que contendrá el desarrollo informático

Actividad: OBJ-ESP-7378-ACT-18727

Efecto indirecto CAU-7378-IND-18397:

Fecha de ejecución

Del: 2023-06-01 hasta 2023-10-31

Definir la estrategia para vincular la información de los materiales a los objetos de una herramienta BIM

Actividad: OBJ-ESP-7378-ACT-18728

Efecto indirecto CAU-7378-IND-18398:

Fecha de ejecución

Del: 2023-07-01 hasta 2023-10-31

Vincular la información de los materiales al software seleccionado



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

OBJ-ESP-7379

Causa Directa: CAU-7379

Analizar los criterios de sostenibilidad en la selección de materiales para la construcción de edificaciones educativas, mediante los datos obtenidos en el desarrollo informático

Actividad: OBJ-ESP-7379-ACT-18706

Efecto indirecto
CAU-7379-IND-18376:

Fecha de ejecución

Del: 2023-11-01
hasta 2023-12-15

Cuantificar el impacto estimado de incluir la sostenibilidad en la selección de materiales desde las primeras etapas del proyecto

Actividad: OBJ-ESP-7379-ACT-18729

Efecto indirecto
CAU-7379-IND-18399:

Fecha de ejecución

Del: 2023-11-01
hasta 2023-12-15

Establecer una línea base para la evaluación de la sostenibilidad de un proyecto

Actividad: OBJ-ESP-7379-ACT-18730

Efecto indirecto
CAU-7379-IND-18400:

Fecha de ejecución

Del: 2023-11-01
hasta 2023-12-15

Seleccionar los materiales de construcción para una edificación de uso educativo que generen un menor impacto ambiental en huella de carbono y energía Utilizar el desarrollo informático para calcular la huella de carbono y la energía incorporada



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Resultados

RES-9687 Efecto directo: EFE-9445	Herramienta BIM idónea seleccionada y compilación de la información a utilizar de huella de carbono y energía incorporada
RES-9687-IMP-12299 Efecto indirecto: EFE-9445-IND-12278: Tipo: Impacto en el centro de formación.	Instructores con conocimiento de las herramientas disponibles en calculo de huella de carbono y energía incorporada
RES-9687-IMP-12339 Efecto indirecto: EFE-9445-IND-12318: Tipo: Impacto en el sector productivo.	Acceso a una base de datos centralizada de huella de carbono y energía incorporada en los materiales de acuerdo con normativa Colombiana
RES-9687-IMP-12531 Efecto indirecto: EFE-9445-IND-12510: Tipo: Impacto en el sector productivo.	Base de datos con fichas de materiales locales
RES-9688 Efecto directo: EFE-9446	Desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada
RES-9688-IMP-12300 Efecto indirecto: EFE-9446-IND-12279: Tipo: Impacto ambiental.	Acercamiento al cumplimiento de los ODS mediante selección de materiales sostenibles para procesos constructivos
RES-9688-IMP-12346 Efecto indirecto: EFE-9446-IND-12325: Tipo: Impacto tecnológico.	Facilitar el cálculo de energía incorporada y huella de carbono en tiempo en real en procesos de construcción
RES-9688-IMP-12533 Efecto indirecto: EFE-9446-IND-12512: Tipo: Impacto tecnológico.	Mejorar el flujo de trabajo para el cálculo de la huella de carbono y energía incorporada
RES-9689 Efecto directo: EFE-9447	1. Criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada 2. Impacto ambiental del sistema constructivo de un proyecto de obra 3. Socialización del alcance y los resultados del desarrollo a la comunidad educativa SENA
RES-9689-IMP-12301 Efecto indirecto: EFE-9447-IND-12280: Tipo: Impacto social.	Contribuir a lograr los compromisos del país en materia de cambio climático.



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

RES-9689-IMP-12352

Efecto indirecto: EFE-9447-IND-12331:

Tipo: Impacto ambiental.

Mitigar: Emisión de CO2, Calentamiento global, Consumo energético y Minería urbana

RES-9689-IMP-12353

Efecto indirecto: EFE-9447-IND-12332:

Tipo: Impacto social.

Reducción de la percepción popular sobre la trivialidad del desarrollo de normativas en este ámbito

RES-9689-IMP-17644

Efecto indirecto: EFE-9447-IND-17623:

Tipo: .

RES-9689-IMP-17645

Efecto indirecto: EFE-9447-IND-17624:

Tipo: .



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Gant Actividades

Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.48 (Win64) OpenSSL/1.1.1f PHP/7.4.23 Server at sennova.senaedu.edu.co Port 80



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Participantes

Nombre	Correo electrónico	Centro de formación	Regional	Rol SENNOVA	Meses	Horas
hugo fernando ripoll de la barrera	hripoll@sena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Instructor investigador	10.5	16
nelson de jesús castaño ciro	ncastano@sena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Instructor investigador	10.5	4
john alexander ruiz moscoso	jaruizm@sena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Instructor investigador	10.5	4
jader alexander mesa preciado	jamesa2264@misena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Instructor investigador	10.5	4
elizabeth serna gutierrez	eserna@sena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Instructor investigador	10.5	12
kelly johanna escudero eguis	kescuderoe@sena.edu.co	centro de tecnologías para la construcción y la madera	distrito capital	Instructor investigador	10.5	16
mateo chica zapata	mateochica4@misena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Aprendiz SENA	6	4



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Nombre	Correo electrónico	Centro de formación	Regional	Rol SENNOVA	Meses	Horas
madeley camila lópez rivera	madeleycamila1@misena.edu.co	Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción	antioquia	Aprendiz SENA	6	2

Semilleros de investigación

Nombre	Línea de investigación	Grupo de investigación
semillero de investigación de infraestructura, construcción y servicios públicos - sedeicos	servicios públicos	grupo de investigación red de construcción, infraestructura y servicios públicos



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Gant Productos

Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.48 (Win64) OpenSSL/1.1.1f PHP/7.4.23 Server at sennova.senaedu.edu.co Port 80



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Productos

Nombre	Archivo en Excel Base de datos de materiales en huella de Carbono e impacto ambiental de contexto nacional		
Fecha de ejecución	Inicio: 2023-02-02 - Fin: 2023-05-31	Código Resultado	RES-9687
Indicador	Porcentaje de avance de Archivo en Excel Base de datos de materiales en huella de Carbono e impacto ambiental de contexto nacional		
Subtipología Minciencias	Procesos de Apropiación Social del Conocimiento.		
Actividades	• OBJ-ESP-7377-ACT-18704 • OBJ-ESP-7377-ACT-18725		

Nombre	Informe de estado del arte del proyecto Análisis de huella de Carbono con Metodología BIM		
Fecha de ejecución	Inicio: 2023-02-02 - Fin: 2023-05-31	Código Resultado	RES-9687
Indicador	Porcentaje de ejecución del informe del estado del arte %		
Subtipología Minciencias	Procesos de Apropiación Social del Conocimiento.		
Actividades	• OBJ-ESP-7377-ACT-18704 • OBJ-ESP-7377-ACT-18725		

Nombre	Plugging para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada		
Fecha de ejecución	Inicio: 2023-06-01 - Fin: 2023-10-31	Código Resultado	RES-9688
Indicador	Porcentaje de avance de Archivo en Excel Base de datos de materiales en huella de Carbono e impacto ambiental de contexto nacional		
Subtipología Minciencias	Softwares		



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Actividades

- OBJ-ESP-7378-ACT-18705
- OBJ-ESP-7378-ACT-18727
- OBJ-ESP-7378-ACT-18728

Nombre

Artículo Criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada Artículo Desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada e informe final de la investigación

Fecha de
ejecución

Inicio: 2023-11-01 - Fin: 2023-12-15

Código Resultado

RES-9689

Indicador

porcentaje de avance de elaboración de Artículo Criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada y Artículo Desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada e Informe final de la investigación

Subtipología
Minciencias

Artículos en revistas indexadas

Actividades

- OBJ-ESP-7379-ACT-18706
- OBJ-ESP-7379-ACT-18729



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Análisis de riesgos

Nivel de riesgo	A nivel de productos	Tipo de riesgo	Administrativos
Descripción	Posibilidad de afectación económica y reputacional por la no optimización de los recursos, debido a resultados de investigaciones de bajo impacto y aplicabilidad		
Probabilidad	Posible	Impactos	Moderado
Efectos	Retraso en las actividades propias del proyecto, dificultad para entregar los productos.		
Medidas de mitigación	Hacerle seguimiento con más frecuencia al cronograma de actividades e ir evaluando el porcentaje de avance de dichas actividades en caso tal que haya retrasos se puedan hacer los ajustes pertinentes.		

Nivel de riesgo	A nivel de actividades	Tipo de riesgo	Operacionales
Descripción	Posibilidad de afectación reputacional, por baja visibilidad institucional en el contexto investigativo, debido al incumplimiento con las estrategias de planteadas en el plan de trabajo		
Probabilidad	Posible	Impactos	Moderado
Efectos	Repercusiones para los investigadores asociados adicionalmente perdería credibilidad el grupo de investigación para próximos proyectos y su financiación.		
Medidas de mitigación	Apoyar a los investigadores con instructores capacitados en la temática del proyecto. Contratar personal capacitado para la ejecución del proyecto		

Nivel de riesgo	A nivel del objetivo general	Tipo de riesgo	Operacionales
Descripción	Selección inadecuada de la herramienta BIM para realizar el Plugging para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada		
Probabilidad	Probable	Impactos	Moderado
Efectos	o se tomaría decisiones adecuadas debido a que la información no sería la idónea. Los instructores no tendrían una buena transferencia de conocimiento		
Medidas de mitigación	Realizar el estudio muy detallado de las herramientas disponibles y asequible en el mercado que se puedan incorporar al modelo BIM y que sea de fácil acceso para la institución		

Nivel de riesgo	A nivel del objetivo general	Tipo de riesgo	Legales
Descripción	No contratación del personal para el desarrollo del proyecto		
Probabilidad	Probable	Impactos	Alto



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Efectos	Baja la productividad en el proyecto. No se cumplen los objetivos y, por tanto, se produce una pérdida de ingresos asignados al proyecto. Se produce una fuga de talento.
Medidas de mitigación	Implementar medidas como: (i) aclarar los requisitos y requerimientos de los profesionales; (ii) revisar procesos; (iii) establecer sistemas de aseguramiento de calidad en los contratos; (iv) establecer sistemas de acreditación profesional; (vii) incluir declaraciones y garantías del contratista

Entidades Aliadas

Tipo de entidad aliada: Centro de formación SENA (Pública)	Complejo tecnológico para la Gestión Agroempresarial (Grande) - NIT: 899999034-1
Descripción convenio	
Grupo de Investigación	COL163494 - GITECA: Grupo de Investigación Tecnológica Agropecuaria del Bajo Cauca https://acortar.link/hgRBmr
Recursos en especie	8,000,000
Descripción en especie aportados	Profesionales en el área ambiental con conocimiento de Huella de Carbono
Recursos en dinero	0
Descripción destinación del dinero aportado	N.A
Metodología o actividades de transferencia al centro de formación	Divulgación de los resultados mediante elaboración de (2) dos artículos: (i) Criterios para la selección materiales en relación con huella de carbono y energía incorporada y (ii) Artículo Desarrollo informático para el modelado de edificaciones que permita medir en tiempo real la huella de carbono y la energía incorporada
Anexos	• ANEXO 7. Carta de intención o acta que soporta el trabajo articulado con entidades aliadas (diferentes al SENA) http://sennova.senaedu.edu.co/convocatorias/14/proyectos/3095/entidades-aliadas/1693/download-file-sharepoint/carta_intencion • ANEXO 8. Propiedad intelectual http://sennova.senaedu.edu.co/convocatorias/14/proyectos/3095/entidades-aliadas/1693/download-file-sharepoint/carta_propiedad_intelectual
Actividades	• OBJ-ESP-7377-ACT-18725 • OBJ-ESP-7377-ACT-18726



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Miembros de la entidad aliada

- carlos alberto cuesta hoyos - cacuesta@sena.edu.co - 3008191519
- vanesa flores ramos - vflorezr@sena.edu.co - 3008018849

Anexos



Resumen Proyecto - SGPS-SIPRO
Código Proyecto: SGPS-11095-2023

Análisis de huella de carbono y energía incorporada en materiales de construcción
mediante herramientas tecnológicas en la sexta dimensión BIM

Cadena de valor

Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.48 (Win64) OpenSSL/1.1.1f PHP/7.4.23 Server at sennova.senaedu.edu.co Port 80