

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación</p>	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 1 de 9

FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PREGRADO
BOGOTÁ D.C.

LICENCIA CREATIVE COMMONS:

Atribución Atribución compartir igual Atribución no comercial sin derivadas
 Atribución sin derivadas Atribución no comercial compartir igual Atribución no comercial

AÑO DE ELABORACIÓN: 2021

TÍTULO

Diseño de un prototipo de estructura habitacional sostenible teniendo en cuenta la implementación de la metodología BIM para la vereda de Mochuelo Bajo, Bogotá D.C.

AUTORES

Ducuara, Luis Carlos y Martin Álvarez, Brayan Fabian.

DIRECTOR(ES) / ASESOR(ES)

Vásquez Ruiz, Abraham.

MODALIDAD: Trabajo de investigación.

PÁGINAS: 104 **TABLAS:** 06 **CUADROS:** N.A **FIGURAS:** 35 **ANEXOS:**

CONTENIDO

RESUMEN
 INTRODUCCIÓN
 1. GENERALIDADES
 2. MARCO DE REFERENCIA
 3. ESTADO DEL ARTE
 4. ALCANCES Y LIMITACIONES
 5. METODOLOGIA
 6. RESULTADOS
 7. CONCLUSIONES

8. RECOMENDACIONES
9. BIBLIOGRAFIA
10. LISTADO DE ANEXOS

DESCRIPCIÓN

En el presente trabajo de investigación se diseñaron dos prototipos de vivienda sostenible para la comunidad de Mochuelo Bajo, Bogotá D.C, teniendo en cuenta tecnologías de ahorro de energía, reutilización de agua, nuevos materiales y criterios de construcción según la normatividad vigente para Colombia.

Los prototipos se desarrollaron teniendo en cuenta la metodología BIM y a partir de la utilización del software Autodesk Revit, Autodesk Navisworks y Microsoft Project.

METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado se encuentra dividido en dos fases: la fase de investigación y la fase de diseño. La fase de investigación, se divide en dos pilares conceptuales en donde se relacionan los conceptos de construcciones sostenibles y metodología BIM. Teniendo en cuenta el objeto de la investigación, se realiza la consulta en bases de datos, artículos científicos, trabajos de grado y contenido web para conocer el estado actual de los conceptos mencionados.

La fase 2 del presente trabajo de investigación se orienta al diseño del prototipo de vivienda sostenible teniendo en cuenta el uso de la metodología BIM, en este caso por medio del software Autodesk Revit y Autodesk Navisworks. Además, se utilizarán los programas Microsoft Excel y Microsoft Project para la presentación del presupuesto y programación de obra del prototipo en mención.

La primera etapa, denominada como selección de materiales y diseño previo se enlaza con la fase de investigación. En este caso se tiene en cuenta la localización del proyecto para conocer las necesidades de la comunidad, problemas y oportunidades de mejora. Las etapas posteriores consisten en la modelación tridimensional de la vivienda, coordinación de las diferentes especialidades tales como estructura, arquitectura e instalaciones para verificar que no existan interferencias entre los diferentes elementos. Por último, se relacionan las fases de extracción de cantidades para establecer el presupuesto de construcción de la vivienda y luego el tiempo que se debería considerar para construir este prototipo a escala real.

Por último, se encuentra la etapa de simulación constructiva y de tiempos. Es importante mencionar que el uso de este modelo será para cuantificación, verificación de interferencias, simulaciones y entrega de planos. Por lo anterior, se considera un nivel de detalle medio debido a que no es un modelo para uso de mantenimiento o gestión del proyecto después de la fase de construcción del mismo.

PALABRAS CLAVE

SOSTENIBILIDAD, METODOLOGÍA BIM, AHORRO DE ENERGÍA, REUTILIZACIÓN DE AGUA, ESTABILIDAD, SISMORESISTENCIA, CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 3 de 9

CONCLUSIONES

1. La solución habitacional propuesta para la comunidad de Mochuelo Bajo que se relaciona en el presente trabajo de grado considera reutilización de agua de lluvia, aprovechamiento de energía solar y procesos constructivos menos agresivos con el medio ambiente a través de la baja utilización de materiales tales como concreto y acero de refuerzo. Para el aprovechamiento de la energía, el sistema propuesto permite satisfacer el 100% de la demanda de energía en horas nocturnas y en el día se utilizaría electricidad de forma mínima debido a las grandes superficies de entrada de luz natural. Para el agua, según las condiciones meteorológicas, se podría abastecer el 30% de la demanda diaria de los habitantes de la zona. Por último, al no tener materiales avalados por la NSR-10 para la construcción de edificaciones que cumplan el criterio de sostenibilidad, se optó por usar los materiales avalados en menor medida.
2. La investigación realizada evidencia que actualmente el sector de la construcción muestra cada vez mayor preocupación por el impacto negativo ambiental que genera la construcción tradicional de edificaciones. Sin embargo, el tema de sostenibilidad no se encuentra totalmente definido en un reglamento tal como la NSR-10 que sirva como guía para realizar proyectos sostenibles cumpliendo parámetros mínimos de estabilidad. Si bien es cierto, en esta norma se indican propiedades de materiales, no se realiza una concientización de que algunos materiales generan un daño mayor que otros al ambiente. Para el tema de la metodología BIM, la sostenibilidad requiere de mayor investigación y de articulación con software que permita evaluar aspectos ambientales de materiales y técnicas de construcción por medio de modelos tridimensionales.
3. El desarrollo de los modelos de solución habitacional se basó en la consulta y revisión de la normatividad colombiana vigente para el diseño de viviendas de uno y dos pisos, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. Los criterios seleccionados permiten la correcta operación y funcionamiento de la vivienda garantizando la seguridad de los habitantes en temas de estabilidad y saneamiento. Se menciona que la utilización de materiales tradicionales para la cimentación y sistema de muros estructurales se debe principalmente al cumplimiento de la legislación colombiana respecto a la construcción de edificaciones.
4. La concepción de los prototipos de vivienda se basó en identificar las condiciones ambientales, sociales y económicas de la comunidad objeto de estudio. Teniendo en cuenta que muchas de las viviendas de la zona no cumplen con criterios básicos de construcción, se propone una unidad con servicios básicos teniendo en cuenta la inclusión de tecnologías sostenibles ajustadas a las condiciones económicas de la comunidad. Es por lo anterior, que la selección de sistemas y materiales se realizó considerando el costo de cada uno de ellos, asumiendo que el costo total de la vivienda lo pagan los propietarios. Para el segundo modelo, se relacionan las tecnologías de punta que permitan mayor aprovechamiento de recursos naturales y menor impacto ambiental, sin tener en cuenta el costo, dado el caso que el proyecto sea financiado por el gobierno nacional o una organización no gubernamental. Lo anterior se articula con la metodología BIM al generar un modelo tridimensional con la totalidad de los elementos a construir y con un nivel de detalle que permita la extracción de cantidades, coordinación de instalaciones

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 4 de 9

y actualización de planos en dado caso que se realice una modificación de diseño que optimice el proyecto.

5. Por medio de la utilización de un modelo tridimensional que contempló la totalidad de los elementos a construir y la integración de las disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones, se realizó la coordinación de dichos componentes de la vivienda para reducir errores y reprocesos que se traducen en costos que asume directamente el propietario de la vivienda. Lo anterior se complementa con la simulación 4D y 5D, en donde se observó el proceso constructivo de la vivienda para garantizar que la coordinación de disciplinas estuviera correcta y no se presentaran inconsistencias de diseño.

FUENTES

- [1] D. M. Lugo Díaz, “Parámetros de construcción de vivienda sostenible en Bogotá y mitos vs realidades en proyectos sostenibles,” Universidad Católica de Colombia, 2020.
- [2] C. Consejo Nacional de Política Económica y Social and D. Departamento Nacional de Planeación, “Documento CONPES 3919.” p. 98, 2018.
- [3] F. Rodríguez and G. Fernández, “Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción,” *Rev. Ing. construcción*, vol. 25, no. 2, pp. 147–160, 2010.
- [4] M. C. Padilla Aponte, “Construcciones Sostenibles En Comunidades Vulnerables: Caso De Estudio Municipio De Sibaté-Cundinamarca.,” Universidad Católica de Colombia, 2019.
- [5] B. Alcaldía Mayor de Bogotá, “Diagnóstico Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) Mochuelo,” *Alcaldía Mayor de Bogotá*, 2017. [Online]. Available: http://www.ciudadbolivar.gov.co/sites/ciudadbolivar.gov.co/files/documentos/unidad_de_planeamiento_zonal_upz_mochuelo.pdf.
- [6] A. Enshassi, B. Kochendoerfer, and E. Rizq, “Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción,” *Rev. Ing. construcción*, vol. 29, no. 3, pp. 234–254, 2014.
- [7] C. M. Bedoya, “Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles en Colombia-VISS y VIPS-Sustainable Social and Priority Housing in Colombia,” *Rev. SOSTENIBILIDAD Tecnol. Y HUMANISMO*, vol. No6, pp. 27–36, 2011.
- [8] F. Sánchez-Carracedo, B. Sureda, F. M. Moreno-Pino, and D. Romero-Portillo, “Education for Sustainable Development in Spanish engineering degrees. Case study,” *J. Clean. Prod.*, vol. 294, p. 126322, 2021.
- [9] M. P. Martínez García, “Implementación de criterios de sostenibilidad económica, social y medioambiental para la selección de la cubierta en edificios de luces medias.,” Universitat Politècnica de València, 2015.
- [10] P. Pelli, “Service innovation and sustainable construction: analyses of wood vis-à-vis other construction projects,” *Clean. Eng. Technol.*, p. 100061, 2021.
- [11] S. R. Mohandes and X. Zhang, “Developing a Holistic Occupational Health and Safety risk assessment model: An application to a case of sustainable construction project,” *J. Clean. Prod.*, vol. 291, p. 125934, 2021.

- [12] N. Murtagh, L. Scott, and J. Fan, "Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges," *J. Clean. Prod.*, vol. 268, p. 122264, 2020
- [13] A. Tukker, "Knowledge collaboration and learning by aligning global sustainability programs: reflections in the context of Rio+20," *J. Clean. Prod.*, vol. 48, pp. 272–279, 2013.
- [14] O. Suzer, "Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects," *Build. Environ.*, vol. 147, pp. 158–170, 2019.
- [15] A. M. Walker, W. J. V Vermeulen, A. Simboli, and A. Raggi, "Sustainability assessment in circular inter-firm networks: An integrated framework of industrial ecology and circular supply chain management approaches," *J. Clean. Prod.*, vol. 286, p. 125457, 2021.
- [16] K. A. Moreno-Sader, J. D. Martínez-Consuegra, and Á. D. González-Delgado, "Development of a biorefinery approach for shrimp processing in North-Colombia: Process simulation and sustainability assessment," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 22, p. 101461, 2021.
- [17] S. Tabares, "Do hybrid organizations contribute to Sustainable Development Goals? Evidence from B Corps in Colombia," *J. Clean. Prod.*, vol. 280, p. 124615, 2021.
- [18] R. Volk, J. Stengel, and F. Schultmann, "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs," *Autom. Constr.*, vol. 38, pp. 109–127, 2014.
- [19] E. I. A. Lester, "Building Information Modelling (BIM)," *Proj. Manag. Plan. Control*, pp. 509–527, 2017.
- [20] A. Mojica and D. Valencia, "IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN EN BOGOTÁ," 2012.
- [21] R. G. Kreider and J. I. Messner, "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses," *Pennsylvania State Univ.*, no. September, pp. 0–22, 2013.
- [22] I. Grytting, F. Svalestuen, J. Lohne, H. Sommerseth, S. Augdal, and O. Lædre, "Use of LoD Decision Plan in BIM-projects," *Procedia Eng.*, vol. 196, no. June, pp. 407–414, 2017.
- [23] O. Organización de las Naciones Unidas and P. Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo, "ODS En Colombia. Los Retos Para 2030.," *Organización de las Naciones Unidas, ONU*. p. 74, 2018.
- [24] Departamento Nacional de Planeación, "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Retos, estrategias y metas," *Plan Nac. Planeación*, p. 220, 2019.
- [25] Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), "Política de Crecimiento Verde (CONPES 3934)," *Dep. Nac. Planeación*, p. 114, 2018.
- [26] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA - UPME, "Resolución 463 de 2018." p. 58, 2018.
- [27] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Resolución No. 0472 'Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades

de construcción y demolición - RDC y se dictan otras disposiciones,” *Resolución No. 0472*. p. 11, 2017.

[28] C. y T. Ministerio de Vivienda, “Resolución 0549 del 10 Julio de 2015,” *Porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía de las construcciones*. pp. 1–10, 2015.

[29] Ministerio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, “Titulo A - Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente,” *Nsr-10*, vol. Titulo A, pp. 1–174, 2010.

[30] C. Passoni, A. Marini, A. Belleri, and C. Menna, “Redefining the concept of sustainable renovation of buildings: State of the art and an LCT-based design framework,” *Sustain. Cities Soc.*, vol. 64, p. 102519, 2021.

[31] I. Jebli, F.-Z. Belouadha, M. I. Kabbaj, and A. Tilioua, “Prediction of solar energy guided by pearson correlation using machine learning,” *Energy*, vol. 224, p. 120109, 2021.

[32] P. Narkwatchara, C. Ratanatamskul, and A. Chandrachai, “Effects of particulate matters and climate condition on photovoltaic system efficiency in tropical climate region,” *Energy Reports*, vol. 6, pp. 2577–2586, 2020.

[33] S. Goodhew and R. Griffiths, “Sustainable earth walls to meet the building regulations,” *Energy Build.*, vol. 37, no. 5, pp. 451–459, 2005.

[34] A. Evans, V. Strezov, and T. J. Evans, “Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 5, pp. 1082–1088, 2009.

[35] Teignbridge District, “Renewable Energy and Sustainable Construction Study,” 2010.

[36] K. Yadav and A. Sircar, “Geothermal energy provinces in India: A renewable heritage,” *Int. J. Geoheritage Park.*, 2020.

[37] O. Paish, “Small hydro power: technology and current status,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 6, no. 6, pp. 537–556, 2002.

[38] J. Meuer, F. Lamaro, and N. Vetterli, “Embedding energy optimization in organizations: A case study of a Swiss decentralized renewable energy system,” *Energy Build.*, vol. 235, p. 110710, 2021.

[39] H. Zhang, “Energy conservation for the 3D tropical climate model in bounded domains,” *J. Math. Anal. Appl.*, vol. 492, no. 1, p. 124424, 2020.

[40] A. E. Onile, R. Machlev, E. Petlenkov, Y. Levron, and J. Belikov, “Uses of the digital twins concept for energy services, intelligent recommendation systems, and demand side management: A review,” *Energy Reports*, vol. 7, pp. 997–1015, 2021.

[41] P. Palensky and D. Dietrich, “Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 7, no. 3, pp. 381–388, 2011.

[42] L. Wei, C. Yi, and J. Yun, “Energy drive and management of smart grids with high penetration of renewable sources of wind unit and solar panel,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 129, p. 106846, 2021.

[43] N. T. Mbungu, R. C. Bansal, R. M. Naidoo, M. Bettayeb, M. W. Siti, and M. Bipath, “A dynamic energy management system using smart metering,” *Appl. Energy*, vol. 280, p. 115990, 2020.

- [44] H. E. Degha, F. Z. Laallam, and B. Said, "Intelligent context-awareness system for energy efficiency in smart building based on ontology," *Sustain. Comput. Informatics Syst.*, vol. 21, pp. 212–233, 2019.
- [45] S. B. Sadineni, S. Madala, and R. F. Boehm, "Passive building energy savings: A review of building envelope components," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 8, pp. 3617–3631, 2011.
- [46] D. A. Chwieduk, "Towards modern options of energy conservation in buildings," *Renew. Energy*, vol. 101, pp. 1194–1202, 2017.
- [47] U. U.S. Green Building Council, *GUÍA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE LEED® Y EDIFICIOS ECOLÓGICOS*, vol. 2. 2017.
- [48] Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana., *Guía 4. Guía para el diseño de edificaciones sostenibles*. 2015.
- [49] A. K. Marinoski and E. Ghisi, "Environmental performance of hybrid rainwater-greywater systems in residential buildings," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 144, no. August 2018, pp. 100–114, 2019.
- [50] M. M. Rahman, M. A. Rahman, M. M. Haque, and A. Rahman, *Sustainable Water Use in Construction*. Elsevier Inc., 2019.
- [51] Y. E. P. PALLARES and Y. X. A. PAEZ, "Análisis de la huella de carbono y alternativas de mitigación en el uso de los materiales más utilizados en el sector de la construcción," *Tesis*, pp. 1–115, 2019.
- [52] C. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, "Diseño y Construcción de Soluciones Habitacionales en Colombia," 2016.
- [53] I. C. Ezema, *Chapter 9 - Materials*. Elsevier Inc., 2019.
- [54] L. Krishnaraj and P. T. Ravichandran, "Characterisation of ultra-fine fly ash as sustainable cementitious material for masonry construction," *Ain Shams Eng. J.*, no. xxxx, 2020.
- [55] P. Abhishek, P. Ramachandra, and P. S. Niranjana, "Use of recycled concrete aggregate and granulated blast furnace slag in self-compacting concrete," *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2020.
- [56] H. Limami, I. Manssouri, K. Cherkaoui, and A. Khaldoun, "Recycled wastewater treatment plant sludge as a construction material additive to ecological lightweight earth bricks," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 2, no. January, p. 100050, 2021.
- [57] H. M. Vu, J. P. Forth, D. V. Dao, and V. V. Toropov, "The use of optimisation for enhancing the development of a novel sustainable masonry unit," *Appl. Math. Model.*, vol. 38, no. 3, pp. 853–863, 2014.
- [58] M. K. Mondal, B. P. Bose, and P. Bansal, "Recycling waste thermoplastic for energy efficient construction materials: An experimental investigation," *J. Environ. Manage.*, vol. 240, no. May 2018, pp. 119–125, 2019.
- [59] A. Aboelata, "Assessment of green roof benefits on buildings' energy-saving by cooling outdoor spaces in different urban densities in arid cities," *Energy*, vol. 219, p. 119514, 2021.
- [60] I. F. Grullón – Penkova, J. K. Zimmerman, and G. González, "Green roofs in the tropics: design considerations and vegetation dynamics," *Heliyon*, vol. 6, no. 8, p. e04712, 2020.

- [61] M. A. Bollman, G. E. DeSantis, R. S. Waschmann, and P. M. Mayer, "Effects of shading and composition on green roof media temperature and moisture," *J. Environ. Manage.*, vol. 281, p. 111882, 2021.
- [62] Y. Kang, V. W.-C. Chang, D. Chen, V. Graham, and J. Zhou, "Performance gap in a multi-storey student accommodation complex built to Passivhaus standard," *Build. Environ.*, vol. 194, p. 107704, 2021.
- [63] J. Forde, C. J. Hopfe, R. S. McLeod, and R. Evins, "Temporal optimization for affordable and resilient Passivhaus dwellings in the social housing sector," *Appl. Energy*, vol. 261, p. 114383, 2020.
- [64] G. Foladori and N. Estades, *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. 2005.
- [65] J. Langemeyer, C. Madrid-Lopez, A. Mendoza Beltran, and G. Villalba Mendez, "Urban agriculture — A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability?," *Landsc. Urban Plan.*, vol. 210, p. 104055, 2021.
- [66] M. T. Gómez-Villarino and L. Ruiz-Garcia, "Adaptive design model for the integration of urban agriculture in the sustainable development of cities. A case study in northern Spain," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 65, p. 102595, 2021.
- [67] I. V Hume, D. M. Summers, and T. R. Cavagnaro, "Self-sufficiency through urban agriculture: Nice idea or plausible reality?," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 68, p. 102770, 2021.
- [68] G. Nagib and A. C. Nakamura, "Urban agriculture in the city of São Paulo: New spatial transformations and ongoing challenges to guarantee the production and consumption of healthy food," *Glob. Food Sec.*, vol. 26, p. 100378, 2020.
- [69] I. Othman, Y. Y. Al-Ashmori, Y. Rahmawati, Y. H. Mugahed Amran, and M. A. M. Al-Bared, "The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia," *Ain Shams Eng. J.*, no. xxxx, 2020.
- [70] A. Hore, B. McAuley, and R. West, "BICP Global BIM Study: Lessons for Ireland's BIM Programme," *Constr. IT Alliance Ltd.*, p. 56, 2017.
- [71] Banco Interamericano de Desarrollo, B. F. Latam, and FIIC, "ENCUESTA BIM, AMERICA LATINA Y EL CARIBE 2020," 2020.
- [72] Camacol and B. Forum, "BIM en Colombia," *Construcción Latinoamericana*. 2018.
- [73] K. L. G. Lizcano, "Evaluación de la implementación de tecnologías y certificaciones en construcción sostenible entre las ciudades de Sao Paulo, Brasil y Bogotá, Colombia.," p. 102, 2017.
- [74] J. P. Carvalho, L. Bragança, and R. Mateus, "Optimising building sustainability assessment using BIM," *Autom. Constr.*, vol. 102, no. September 2018, pp. 170–182, 2019.
- [75] M. A. van Eldik, F. Vahdatikhaki, J. M. O. dos Santos, M. Visser, and A. Doree, "BIM-based environmental impact assessment for infrastructure design projects," *Autom. Constr.*, vol. 120, no. July, p. 103379, 2020.
- [76] L. Á. Antón and J. Díaz, "Integration of life cycle assessment in a BIM environment," *Procedia Eng.*, vol. 85, pp. 26–32, 2014.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	Código: F-010-GB-008
		Emisión: 26-06-2020
		Versión: 01
		Página 9 de 9

- [77] B. C. Guerra, F. Leite, and K. M. Faust, "4D-BIM to enhance construction waste reuse and recycle planning: Case studies on concrete and drywall waste streams," *Waste Manag.*, vol. 116, pp. 79–90, 2020.
- [78] C. Panteli, A. Kylii, and P. A. Fokaidis, "Building information modelling applications in smart buildings: From design to commissioning and beyond A critical review," *J. Clean. Prod.*, vol. 265, p. 121766, 2020.
- [79] V. y D. T. V. Ministerio de Ambiente, "Titulo E - Nsr-10," *Nsr-10*, 1997.
- [80] C. y T. C. Ministerio de Vivienda, "0330 - 2017.Pdf." p. 77, 2017.
- [81] Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente;Organizacion Panamericana de la Salud, "Guía de diseño para captacion del agua de lluvia," *Cepis*, vol. 1, no. 1, p. 18, 2001.
- [82] J. Solar, "JKM275PP-60 260-270 Vatios," 2015.
- [83] D. Katzin, S. van Mourik, F. Kempkes, and E. J. van Henten, "GreenLight – An open source model for greenhouses with supplemental lighting: Evaluation of heat requirements under LED and HPS lamps," *Biosyst. Eng.*, vol. 194, pp. 61–81, 2020.
- [84] D. Katzin, L. F. M. Marcelis, and S. van Mourik, "Energy savings in greenhouses by transition from high-pressure sodium to LED lighting," *Appl. Energy*, vol. 281, p. 116019, 2021.
- [85] M. P. Kaltsidi, R. Fernández-Cañero, and L. Pérez-Urrestarazu, "Assessment of different LED lighting systems for indoor living walls," *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, vol. 272, p. 109522, 2020.
- [86] ACESCO, "Ficha Técnica Cubiertas." p. 19, 2017.
- [87] E. Eduardoño S.A, "Plantas de Tratamiento de las Aguas Lluvias." <https://www.eduardono.com/>, pp. 3–4, 2020.

LISTA DE ANEXOS

Presupuesto General del Proyecto (Modelo 1 y 2)
Programa General de Construcción (Modelo 1)
Simulación 4D y 5D
Planos Arquitectónicos, Estructurales y de Instalaciones.
