

JEFATURA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Título del Proyecto

El diseño arquitectónico desde una perspectiva medio ambiental. La selección de materiales en las viviendas de Cuenca-Ecuador

Carrera(s): ARQUITECTURA,

Director del Proyecto:

JEFFERSON TORRES QUEZADA; 0704535087; ARQUITECTURA; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; MATRIZ

Colaboradores del Proyecto

Jorge Fernando Toledo Toledo; 0301321857; Arquitectura y Urbanismo; Unidad de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Deisy Katerine Reyes Rodas; 0301855839; Arquitectura y Urbanismo; Unidad de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Código de Proyecto: PICVII19-76

Cuenca, enero de 2021

Versión 2.0

TABLA DE CONTENIDOS

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	3
1. TÍTULO.....	3
2. CARRERAS	3
3. MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN	3
B. INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	3
4. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DE L PROYECYO	3
4.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	3
4.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	3
4.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	4
5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.....	4
5.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	4
5.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	5
5.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	5
6. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS	5
6.1. <i>Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:</i>	5
6.2. <i>Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.</i>	6
6.3. <i>Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:</i>	6
C. ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.....	7
7. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES.....	7
D. CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS.....	7
8. CENTRO Y GRUPO DE INVESTIGACIÓN	7
9. LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL.....	7
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO	8
11. PROGRAMA:	8
12. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	8
13. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	8
14. REQUIERE AVAL Y/O PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA Y EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.....	8
15. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	8
E. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	9
16. RESUMEN DEL PROYECTO	9
17. PALBARAS CLAVES	10
18. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	10
19. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	11
20. OBJETIVOS	12
21. ESPECÍFICOS.....	12
22. MARCO METODOLÓGICO.....	12
F. IMPACTO DEL PROYECTO	13
23. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA.....	13
24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO	13
25. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
G. ANEXOS.....	17

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1. TÍTULO
El diseño arquitectónico desde una perspectiva medio ambiental. La selección de materiales en las viviendas de Cuenca-Ecuador
2. CARRERAS
ARQUITECTURA,
3. MATRIZ, SEDE O EXTENSIÓN
MATRIZ CUENCA

B. INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

4. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DE L PROYECYO	
Función en el proyecto	DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión	
JEFFERSON TORRES QUEZADA; 0704535087; ARQUITECTURA; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; MATRIZ	
4.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:	
Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil	
Assessment of the reflectivity and emissivity impact on light metal roofs thermalbehaviour, in warm and humid climate; Energy&Buildings;188-189; 2018; doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.022; Q1	
Data set of climatic factors measured in a low latitude region with warm and humid climate: solar radiation, cloud cover and sky temperature; Energy&Buildings; aceptada.	
4.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.	
Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)	

La Cubierta y la eficiencia energética en la Región Costa del Ecuador. En Aprovechamiento Sustentable y Medio Ambiente, en Aprovechamiento Sustentable y Medio Ambiente; Editorial UTMACH; 978-9942-24-139-9; 2020; SI

Morfología Urbana y soleamiento en el Centro Histórico de Cuenca en El Patrimonio Bicentenario en la Cuenca Bicentenario: prospectivas desde la gestión y la investigación; Editorial EDUNICA; 978-9942-27-103-7; 2020; SI

4.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

Prefabricación de elementos de mampostería con fibra de Totorá; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción/Universidad Católica de Cuenca; 35.000,00 dólares; Mayo 2018; Mayo 2020

Caracterización de la morfología urbana Mediterránea, repercusión de las irregularidades y excepciones de la trama en la eficiencia energética de la arquitectura (BIA2016-77675-R); Departamento Arquitectura, Energía y Medio Ambiente/Universidad Politécnica de Catalunya; 148.830,00 euros; 30 diciembre 2016; 30 diciembre 2021

Fundamentos para la caracterización de la morfología urbana” (BIA2013-45597-R); Departamento Arquitectura, Energía y Medio Ambiente/Universidad Politécnica de Catalunya; 68.970,00 euros; 31 enero 2013; 31 marzo 2017

5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Función en el proyecto	COLABORADORES UCACUE
------------------------	----------------------

Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión

Jorge Fernando Toledo Toledo; 0301321857; Arquitectura y Urbanismo; Unidad de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Deisy Katerine Reyes Rodas; 0301855839; Arquitectura y Urbanismo; Unidad de Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

5.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

Jorge Toledo Toledo; Intelligent Multifunctional Solar Urban Furniture A multidisciplinary methodological vision of technology; 6th IEEE International Conference on Smart Grid, icSmartGrids 2018 8634474; 2019; 10.1109/isgwcp.2018.8634474

Jorge Toledo Toledo; Modeling and Simulation of a hybrid system Solar panel and wind turbine in the locality of Molleturo in Ecuador; IEEE; 2017; 10.1109/ICRERA.2017.8191134

5.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

Jorge Toledo Toledo; Qualitative architecture. A multidisciplinary approach to the provision of Social Housing. Case Study Cuenca - Ecuador; Editorial UJED; 978-3-030-01405-6; 2019; SI

5.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

6. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS

Función en el proyecto	COLABORADORES EXTERNOS
------------------------	------------------------

Nombre, Institución

Antonio Isálgué Buxeda; Universidad Politécnica de Catalunya

Guillermo Casado López; Quark arquitectos

David Bustillos Yaguana; Integralarquitectos

6.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo,; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

Antonio Isalgué Buxeda; Assessment of the reflectivity and emissivity impact on light metal roofs thermal behaviour in warm and humid climate; Energy&Buildings; 188-189; 2018; doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.022; Q1

Antonio Isalgué Buxeda; Data set of climatic factors measured in a low latitude region with warm and humid climate: solar radiation, cloud cover and sky temperature; Energy&Buildings; aceptada.

Antonio Isalgué Buxeda; Biomass-fired combined heating, cooling, and power for small scale applications – A review; Renewable and Sustainable Energy Reviews; 96; 2018; 10.1016/j.rser.2018.07.044; Q1

Antonio Isalgué Buxeda; Building mass and energy demand in conventional housing typologies of the Mediterranean city; Sustainability; 10.3390/su11133540; Q2

Guillermo Casado López; Reflexión crítica sobre el Brutalismo; Arquitectura y Urbanismo; 2019

Guillermo Casado López; Propuesta metodológica para el estudio de las obras de arquitectura contemporáneas; IEEE; 2017; 10.1109/ICRERA.2017.8191134

David Bustillos Yaguana; Indoor Environmental Quality of Urban Residential Buildings in Cuenca-Ecuador: Comfort Standard; Buildings; 2018; 10.3390/buildings8070090; Q2

David Bustillos Yaguana; Análisis del ambiente interior de una vivienda contemporánea en el área Rural de Cuenca; ESTOA; 1390-9274; 2016

6.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

Antonio Isalgué Buxeda; Assessment of the reflectivity and emissivity impact on light metal roofs thermal behaviour in warm and humid climate; Energy&Buildings; 188-189; 2018; doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.022; Q1

Antonio Isalgué Buxeda; Data set of climatic factors measured in a low latitude region with warm and humid climate: solar radiation, cloud cover and sky temperature; Energy&Buildings; aceptada.

Antonio Isalgué Buxeda; Biomass-fired combined heating, cooling, and power for small scale applications – A review; Renewable and Sustainable Energy Reviews; 96; 2018; 10.1016/j.rser.2018.07.044; Q1

Antonio Isalgue Buxeda; Building mass and energy demand in conventional housing typologies of the Mediterranean city; Sustainability; 10.3390/su11133540; Q2

Guillermo Casado López; Reflexión crítica sobre el Brutalismo; Arquitectura y Urbanismo; 2019

Guillermo Casado López; Propuesta metodológica para el estudio de las obras de arquitectura contemporáneas; IEEE; 2017; 10.1109/ICRERA.2017.8191134

David Bustillos Yaguana; Indoor Environmental Quality of Urban Residential Buildings in Cuenca-Ecuador: Comfort Standard; Buildings; 2018; 10.3390/buildings8070090; Q2

David Bustillos Yaguana; Análisis del ambiente interior de una vivienda contemporánea en el área Rural de Cuenca; ESTOA; 1390-9274; 2016

6.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

Antonio Isalgué Buxeda; Prefabricación de elementos de mampostería con fibra de Totorá; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción/Universidad Católica de Cuenca; 35.000,00 dólares; Mayo 2018; Mayo 2020

Antonio Isalgué Buxeda; Caracterización de la morfología urbana Mediterránea, repercusión de las irregularidades y excepciones de la trama en la eficiencia energética de la arquitectura (BIA2016-77675-R); Departamento Arquitectura, Energía y Medio Ambiente/Universidad Politécnica de Catalunya; 148.830,00 euros; 30 diciembre 2016; 30 diciembre 2021

C. ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

7. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES

Función en el proyecto	ESTUDIANTES COLABORADORES EN EL PROYECTO
------------------------	------------------------------------------

Nombre; Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión

Ana Gabriela Torres Avilés; 0106430853; Arquitectura; Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Sebastián Francisco Vera Brito; 0104839733; Arquitectura; Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

Camila López López; 0104887724; Arquitectura; Ingeniería, Industria y Construcción; Matriz

D. CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS

8. CENTRO Y GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Centro de Investigación Ingeniería, Industria, Construcción y TICs

Grupo de Investigación ARQUITECTURA,

9. LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Para información sobre las líneas de investigación dirigirse al enlace [Líneas y Ámbitos de Investigación Institucionales](#),

Línea de Investigación: Territorios, Naturalezas y Tecnología

Ámbito de Investigación: Sustentabilidad y Territorio

10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO

Código del campo y de la disciplina según UNESCO en el enlace [SKOS](#)

Campo	33	Disciplina	3305	Sub disciplina	330501
-------	----	------------	------	----------------	--------

11. PROGRAMA:

En caso de que el proyecto sea parte de un programa.

12. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Duración del proyecto en meses	12
--------------------------------	----

13. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Monto total del financiamiento proyecto	\$ 15370
-----------------------------------------	----------

14. REQUIERE AVAL Y/O PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA Y EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA

NO

Justificación: No aplica en el campo bioético. La presente investigación no está dentro del campo de la salud, no

existiendo experimentaciones con pacientes. Es una investigación puramente analítica y descriptiva de procesos y sistemas dentro de la arquitectura y la construcción.

15. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

DIRECTOS

El diseño arquitectónico abordado desde el punto de vista de la sostenibilidad, tiene un enfoque práctico y es aplicado a una zona climática específica (ZT3), por lo que las conclusiones y resultados a

obtenerse se traducirán en guías de diseño que pueden ser utilizadas directamente en el ámbito real, por los usuarios o los arquitectos de la región de estudio. Estos lineamientos resultarán en beneficios importantes en el aspecto del confort, el energético, de salud y el económico. Los beneficiarios directos se calculan de acuerdo al número de permisos de construcción de viviendas en el año 2017 en la zona de climática de estudio. (39688)

INDIRECTOS

Además, dentro del marco de este proyecto de investigación se ha planteado un trabajo de titulación de grado de la escuela de arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca, llevado a cabo por la alumna Ana Torres, quien será otra beneficiaria directa de este proyecto. De igual manera en los próximos ciclos se plantea seguir desarrollando esta temática desde diferentes puntos de vista, por lo que se plantea tentativamente 2 trabajos de titulación de grado más, y 2 trabajos de titulación de postgrado.

Los beneficiarios indirectos de esta investigación son los estudiantes y profesionales de la arquitectura a nivel nacional, quienes dispondrán de herramientas de diseño técnicas al momento de plantear su proyecto. Además, después de la difusión de los resultados y su aplicación en el ámbito real, los beneficios no sólo se reflejarán en los usuarios directos, sino que pueden tener un impacto a mayor escala. Estos beneficios indirectos se pueden traducir en la reducción del consumo energético en el sector residencial, lo cual ayudaría al gasto económico de gobiernos locales y nacionales. (3000)

E. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

16. RESUMEN DEL PROYECTO

La presente investigación aborda la complejidad del diseño arquitectónico desde el punto de vista medio ambiental, y su impacto en el confort del usuario. Este proyecto se enfoca en definir criterios arquitectónicos: morfológicos y de materiales, para proveer de fundamentos teóricos y técnicos que sirvan de guías al momento de diseñar edificaciones de uso habitacional en la zona climática ZT3 del Ecuador. El propósito de esta investigación se enmarca dentro de un proyecto integral compuesto de 3 ejes rectores, no obstante, en el presente proyecto de investigación se abordará sólo el primero.

Este primer eje se centra en el impacto medio ambiental de los materiales de los diferentes sistemas constructivos de la zona de estudio, donde se considera como parámetro de análisis la energía incorporada.

Esta temática aborda en primera instancia una clasificación cronológica de los sistemas constructivos más utilizados en las 4 últimas décadas en la zona de estudio. En segundo lugar, se aborda un análisis y determinación de los índices de energía incorporada de los sistemas constructivos de las diferentes décadas, para ser correlacionados con los índices de confort térmico interior de cada una de estas etapas (temperatura del aire interior, humedad y temperatura radiante). Los resultados esperados se centran en dar una guía de diseño a través de la categorización de los materiales en función de su impacto ambiental y térmico.

17. PALBARAS CLAVES

Diseño arquitectónico, Sostenibilidad, Cuenca-Ecuador, Energía Incorporada, Sistemas Constructivos.

18. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

PROBLEMÁTICA

El cambio climático se define como la elevación de la temperatura del planeta[1], que está relacionada directamente con el incremento de CO₂ y por ende con la energía consumida. Bajo este contexto, el sector residencial es el tercer responsable a nivel mundial de estas emisiones [2][3][4], por lo que la arquitectura tiene una gran responsabilidad sobre esta problemática. La energía consumida en las edificaciones se utiliza por una parte para calefacción, refrigeración, iluminación, y por otra parte, en la fabricación de los materiales usados.

Bajo este contexto, surge la “ecología arquitectónica” [5], la cual puede ser abordada desde diferentes ámbitos. La problemática de este proyecto se enfoca en el mal uso de los materiales tanto ambiental y térmicamente, en la zona climática ZT3 del Ecuador, de manera específica en Cuenca. Décadas atrás, dentro de la ciudad de estudio, la edificación predominante era construida con materiales naturales, con sistemas no invasivos, que además de ser amigables con el ambiente, ofrecían confort [6]. Pero, la inmersión de nuevas tecnologías y estilos arquitectónicos, marcaron el cambio de materiales, dejando a un lado las consideraciones anteriores.

El sector constructivo gasta gran cantidad de energía la cual se conoce como Energía incorporada (EI) [7]. A nivel global este sector consume el 50% de recursos naturales, el 40% de energía y genera el 50% de residuos [8]. Incluso, esta energía, llega a representar el 100% de la demanda energética de la edificación durante varias décadas [9]

JUSTIFICACIÓN

Aunque existen numerosos estudios sobre este tema, en el Ecuador ni en ninguna de sus regiones no existe una investigación profunda. La Sierra es la segunda responsable del consumo energético a nivel nacional [10][11][12], por este motivo, este proyecto se centra en esta región natural. Además, los climas que se presentan en la Sierra, son más extremos que los de las otras regiones, por su elevada altitud las mayores zonas urbanas y pobladas se enmarcan en un rango de 14 a 18°C, como son Quito, Cuenca, Riobamba, Loja, Ambato, etc. De acuerdo con esto, el presente estudio toma como zona de estudio a la región climática ZT3 en este caso Cuenca.

En consecuencia, dada la carencia de normativas específicas en el ámbito de la sostenibilidad, la eficiencia energética y la selección de materiales en la zona de estudio, los resultados obtenidos en esta investigación pretenden servir como una base teórica para futuras regularizaciones.

19. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Desde los inicios de la arquitectura, la envolvente y todos sus elementos han tenido como objetivo primordial la protección del usuario, en especial de las inclemencias climáticas de su entorno. Con este propósito, la envolvente ha estado condicionada de manera primordial por el clima donde se emplaza.

Este vínculo entre arquitectura y clima se hace evidente en las tipologías de edificaciones y morfologías urbanas vernáculas de cada región. Los sistemas constructivos, morfología, implantación de las viviendas y hasta de las mismas ciudades de la arquitectura popular responden a sus propias condicionantes climáticas [13-17]

En esencia, la arquitectura en general, de manera conjunta con los parámetros morfológicos y de materiales que la definen, nace como una respuesta a las preexistencias climáticas del lugar o la región donde se emplazan; y por tanto, el vínculo entre ARQUITECTURA-CLIMA resulta esencial en el arte proyectar. No obstante, estudios muestran que sólo hasta final del siglo XIX las tipologías de los edificios han sido guiadas primordialmente por el clima local y la búsqueda de protección o confort del usuario [18]. De acuerdo con esto, el vínculo entre arquitectura y clima se ha roto, y ha dado como resultado una tendencia arquitectónica orientada solo al pilar estético, dejando a un lado el confort del usuario.

Dentro de este fenómeno arquitectónico, se enmarca la arquitectura de Ecuador, y de cada una de sus regiones naturales. De acuerdo a los resultados arquitectónicos que se muestran en las ciudades de este país, los procesos de diseño actuales no abordan a la arquitectura como una respuesta a un clima específico. El arquitecto se ha olvidado de la arquitectura vernácula de cada región, de los aleros largos de la Costa, los muros gruesos de la Sierra, o de los materiales naturales como la Guadua y el barro.

Bajo este contexto, parte el objetivo general del presente proyecto de investigación, enfocado a definir lineamientos de diseño, morfológicos y de materiales, para la envolvente del edificio. Estos lineamientos se fundamentan en solventar las condiciones de confort interior del usuario, y responder a las condiciones climáticas de la zona de estudio. El objetivo general de esta investigación se ha enfocado en el impacto ambiental de los materiales utilizados en la región de estudio.

En referencia a esta problemática, numerosos estudios muestran la importancia del diseño arquitectónico orientado a reducir el impacto ambiental de los materiales, de manera específica en la energía incorporada de los materiales. Se entiende como energía incorporada (EI), a toda la energía involucrada en el proceso de fabricación de cualquier material, desde su obtención hasta su traslado a la obra [19][20]

De acuerdo a [9] determina que la energía total incorporada de los materiales utilizados en la edificación puede representar el 100% de la energía consumida por la propia edificación durante 20 años. Así otros estudios destacan el protagonismo del cemento y del hormigón en el incremento de la energía incorporada en diferentes países europeos y con un mayor impacto en países latinoamericanos [21][22][23].

La tendencia de los últimos años, en la mayoría de países, ha sido el cambio de sistemas constructivos vernaculares a nuevos tipos de construcción, como el acero o el hormigón, que aceleran el tiempo de ejecución [24]. Muchas veces, el uso de nuevos sistemas constructivos está orientado a incrementar el aislamiento de las edificaciones para mejorar el confort del usuario, sin embargo, esto ha dado como resultado el incremento excesivo de la energía incorporada.

El Ecuador, en las últimas décadas, también refleja un cambio en los materiales y sistemas constructivos utilizados. No obstante, no se ha realizado ningún estudio sobre el impacto ambiental que ha tenido este

cambio, y más importante, no se sabe con claridad si estas nuevas tecnologías han resuelto problemas de confort ambiental interior o no.

20. OBJETIVOS

Determinar lineamientos de diseño para las viviendas del Ecuador de la zona climática ZT3, en función del impacto de los materiales sobre el aspecto ambiental y térmico de las edificaciones.

21. ESPECÍFICOS

1_Analizar y determinar los índices de energía incorporada de los sistemas constructivos tipos de diferentes etapas cronológicas en la zona de estudio.

2_Categorizar los materiales de construcción en función del impacto ambiental que producen.

3_Analizar y comparar el impacto de los sistemas constructivos utilizados en la zona de estudio sobre el aspecto ambiental y térmico de las viviendas.

22. MARCO METODOLÓGICO

La problemática será abordada por fases, la primera fase comprende una recopilación bibliográfica, en donde se obtendrán datos, por una parte, sobre conceptos básicos e índices establecidos sobre la energía incorporada de los materiales, y, por otra parte, se investigará las estrategias que han sido de utilidad para la reducción de la energía de los materiales en otras regiones.

En la segunda fase se realizará una recopilación bibliográfica y análisis de los sistemas constructivos desarrollados dentro de la zona de estudio, a lo largo del período comprendido entre 1980 hasta 2019. Este análisis se realizará a través de la investigación de campo y la obtención de datos estadísticos de fuentes locales y nacionales.

Para la tercera fase, se evaluarán los diferentes sistemas constructivos clasificados en la segunda fase, para lo cual se seleccionará una muestra de campo de 5-10 viviendas de cada uno de los sistemas constructivos estudiados. A través de esta selección se realizará un análisis y cuantificación de los volúmenes de obra de cada vivienda a través de una investigación de campo. Con estos valores y con los valores de energía incorporada de cada material obtenidos por bibliografía, se determinará el valor de energía incorporada total empleada en cada una de ellas.

Con los datos obtenidos de todas las viviendas, por una parte, se podrá definir un índice de energía incorporada por metro cuadrado (MJ/m²) de cada una de los sistemas constructivos de las diferentes épocas analizadas. A través de estos índices se determinará las tendencias de incremento o decremento de la energía incorporada en los sistemas constructivos de la ciudad a lo largo del tiempo. Por otra parte, se realizará una categorización, en donde se determine los materiales con alta, media o baja energía incorporada utilizados en la ciudad de Cuenca. A través de esto, se puede definir los materiales que deberían o no usarse en la construcción, para aportar a la arquitectura sostenible en el área de estudio.

En la fase final, se realizará un análisis comparativo entre los diferentes sistemas constructivos analizados, enfocados en la energía incorporada y en el aspecto térmico. En cuanto a la parte térmica, los resultados se obtendrán a través de simulaciones con el uso del software Design Builder [25] y el motor de cálculo Energy Plus [26]. Los resultados simulados se plantean ser validados a través de mediciones in situ, de temperatura y humedad relativa, en las mismas viviendas utilizadas para la extracción de información. Estas variables medidas evidenciarán el grado de confort de los diferentes sistemas constructivos, pero además servirán como un parámetro comparativo entre los diferentes sistemas constructivos. Además, se realizarán mediciones puntuales y continuas de la temperatura radiante de la envolvente del edificio con el uso de cámara térmica y termómetro de superficie, respectivamente. Los resultados obtenidos de la parte térmica

se contrapondrán con los resultados de la energía incorporada, para determinar las tendencias de estas dos variables en las viviendas construidas en las últimas 4 décadas. Este análisis comparativo servirá para evidenciar, si los cambios de sistemas constructivos que están sucediendo en el sector de la construcción en la ciudad de Cuenca, y por supuesto en el Ecuador, han tenido un impacto positivo o negativo en el confort térmico de las viviendas.

F. IMPACTO DEL PROYECTO

23. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA

24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Los resultados esperados de esta investigación son, en primer lugar, una guía práctica de los materiales locales y su clasificación en base a su energía incorporada, donde se clasifique por su impacto ambiental: alto, medio o bajo. Esta guía toma relevancia para los futuros y actuales arquitectos en el momento de diseñar.

En segundo lugar, dentro de este eje temático se espera definir los diferentes índices de energía incorporada de los sistemas constructivos de las últimas décadas y su correlación con el comportamiento térmico interior de las edificaciones (temperatura del aire, humedad y temperatura radiante). A través de estos resultados se puede definir si los cambios mostrados en las nuevas tecnologías han traído una mejora térmica-ambiental en las edificaciones actuales y si estos nuevos sistemas han repercutido de manera positiva o negativa en el impacto ambiental del sector residencial.

TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

El eje temático de esta investigación se ha delimitado para la Región natural de la Sierra del Ecuador, en la zona climática ZT3, tomando como caso específico la provincia del Azuay, el cual aborda el análisis de los sistemas constructivos utilizados en las últimas 4 décadas, y su impacto sobre la energía incorporada total y el confort ambiental de las edificaciones de la zona climática de análisis. El objetivo principal es aportar con lineamientos de diseño sobre los materiales con menor impacto en el incremento de la energía incorporada de las edificaciones locales asegurando los estándares de confort térmico en este clima.

El posible medio de difusión planteado es la revista indexada Energy and Environment (Q3) y la revista Journal of Urban and Environmental Engineering (Q4).

Además se plantea realizar un libro de 6 capítulos donde se pueda exponer una guía de diseño de los materiales abordando la selección de materiales desde diferentes ámbitos como el económico, ambiental, arquitectónico y térmico.

Además de la publicación y presentación de los outputs del proyecto a la comunidad científica, se prevé su divulgación mediante los siguientes medios:

Talleres, Seminarios de trabajo y difusión: se prevé la realización de seminarios de trabajo abiertos para la presentación de resultados y mostrar la evolución de los trabajos, la que se invitara a expertos en el tema. El primero tendrá por objetivo presentar el proyecto, sus objetivos y metodología trabajo y contrastar las opiniones expertos invitados. El segundo, la presentación de los casos de estudio analizados y su modelizado. El tercero estaría orientado a las conclusiones y a su evaluación crítica.

25. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] United Nations Department of Economic and Social Affairs. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Editor United Nations. 2019. Disponible en : <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210043144>
- [2] Morini, A. A., Ribeiro, M. J., y Hotza, D. Early-stage materials selection based on embodied energy and carbon footprint. *Materials and Design*. 2019; 178, 107861. doi:10.1016/j.matdes.2019.107861
- [3] IIEA. Energy e ciencia: Market report 2013. *Energy E ciencia: Market Report 2013*. 2013; pp.1-273. doi: 10.1787/9789264191709-en
- [4] IEA. Energy Information Administration. 2019. Vol. 44; Inf. Tec. n.o 07. doi: 10.5860/choice.44-3624
- [5] Guerra, M. Arquitectura Bioclim atica como parte fundamental para el ahorro de energ a en edi caciones. *Revista semestral de ingeniería e innovaci on de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco*. 2013; 5: 123-33}
- [6] Rivas, P. Confort Térmico En Viviendas Vernaculares, Técnica De Construcción De Bahareque En Azogues - Ecuador (Trabajo de fin de máster). Universidad de Cuenca. 2017
- [7] Manish, K. Life cycle recurrent embodied energy calculation of buildings: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 209: 731-54. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.230>
- [8] Mu~noz, C., y Quiroz, F. Using Analysis of Life Cycle tool in determining the embodied energy and carbon footprint in the manufacturing processes of the ready-mixed concrete Case manufacturing plant Bio Bio region study-Chile. *Revista H abitat Sustentable*. 2014; 4: 16-25.
- [9] Pages, A. Caracterització del sector de l'edi cació des del punt de vista de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (Tesis doctoral). Universidad Politécnic de Catalunya. 2012
- [10] ONU. Declaración del Milenio. New York (55/2), 1-17. 2012. Descargado de <http://www2.ohchr.org/spanish/bodies/hrcouncil/docs/gaA.RES.60.1{ }Sp.pdf>
- [11] INEC. Censo de poblaci on y vivienda 2010. 2010. Descargado 2020-07-25, de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?MODE=MAINBASE=CPV2010MAIN=WebServerMain.inl>

- [12] ARCONEL. Boletín Estadístico Sector Eléctrico Ecuatoriano 2010. 2013. Available at: <http://www.regulacionelectricagob.ec/estadistica-del-sector-electrico/boletines-estadisticos/>.
- [13] Coch, H. & Serra, R. *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Edicions UPC. ISBN 8476535058. 1995
- [14] Kumar, M., Mahapatra, S. and Atreya, S. K. Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India, *Building and Environment*. 2009; 44: pp. 878–888. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.06.008>.
- [15] Mata, F. La seleccion sostenible de los materiales de construccion. *Tecnología y desarrollo*. 2010; (8): 4-16.
- [16] Beckers, B. *Solar energy at urban scale*. Hoboken : John Wiley & sons. 2012
- [17] Tong, S., Li, H., Zingre, K. T., Wan, M. P., Chang, V. W. C., Wong, S. K., Toh, W. B. T., et al. Thermal performance of concrete-based roofs in tropical climate, *Energy and Buildings*. 2014; 76: 392–401. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.076>.
- [18] Dollfus, J. *Les aspects de l'architecture Populaire dans le monde*. París: Editions Albert Morancé. 1954
- [19] Vázquez, M. *Construcción e impacto sobre el ambiente: el caso de la tierra y otros materiales*. Informes de la Construcción. 2011; 52(471): 29-43
- [20] Manish, K. Life cycle recurrent embodied energy calculation of buildings: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 209: 731-754. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.230>
- [21] Goggins, J. Keane, T. y Kelly, A. The assessment of embodied energy in typical reinforced concrete building structures in Ireland. *Energy and Buildings*. 2010; 42: 735-744 doi:10.1016/j.enbuild.2009.11.013
- [22] Cabeza, L., Barreneche, C., Miró L., Morera, J., Bartolí, E., y Fernández, I. Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013; 23: 536-542. doi: dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.017
- [23] Venkatarama, B., Leuzinger, G., y Sreeram, V. Low embodied energy cement stabilized rammed earth building. A case study. *Energy and Buildings*. 2014; 68: 541-546 doi:10.1016/j.enbuild.2013.09.051
- [24] Diaz, C. A. Evaluación de las fuentes de emisión de CO2 y energía consumida por los procesos tecnológicos del sistema constructivo industrializado: paneles de brocemento. *Ciencia, tecnología y cultura*. 2014; 11: 30-38.
- [25] DesignBuilder. DesignBuilder Software Ltd - Home. 2016. Available at: <https://www.designbuilder.co.uk/> (Accessed: 12 January 2016).
- [26] DOE. EnergyPlus Licensing | EnergyPlus. 2017. Available at: <https://energyplus.net/licensing>

G. ANEXOS

Planilla de anexos del Proyecto

```
[[{"title":"anexos Diseu00f1o y  
Sostenibilidad","comment":"","size":"92.983","name":"DISE%C3%91O y SOSTENIBILIDAD_ANEXOS_012021.xlsx",  
"filename":"fu_82yj32uchaf4s4i","ext":"xlsx"}]]
```

Número de Archivos: 1

Documentación adicional

Número de archivos: 0