



Estudio Comparativo de Materiales de Baja Energía Incorporada para su Utilización en Edificios Multifamiliares en Quito, 2022

Juan Sebastián Silva Pacheco

Silva, P. Juan, S. (2022).
Estudio Comparativo de Materiales de Baja
Energía Incorporada para su Utilización en Edi-
ficios Multifamiliares en Quito, 2022

Universidad Indoamérica - Quito



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

**ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES DE BAJA ENERGÍA
INCORPORADA PARA SU UTILIZACIÓN EN EDIFICIOS MULTIFA-
MILIARES EN QUITO, 2022.**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Arquitecto

Autor(a)

Silva Pacheco Juan Sebastián

Tutor(a)

Ing. Jorge Ponce Tamayo

QUITO - ECUADOR

2022

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN

Yo, SILVA PACHECO JUAN SEBASTIÁN, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES DE BAJA ENERGÍA INCORPORADA PARA SU UTILIZACIÓN EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EN QUITO, 2022”. como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorico al sistema de Biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deba firmar convenios especificos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de Marzo de 2023, firmo conforme:



.....
SILVA PACHECO JUAN SEBASTIÁN
C.I. 1105183394
Dirección: San Carlos - El Porvenir
Correo: sebastianjuan738@gmail.com

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 15 de Marzo de 2023



SILVA PACHECO JUAN SEBASTIÁN
C.I. 1105183394

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES DE BAJA ENERGÍA INCORPORADA PARA SU UTILIZACIÓN EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EN QUITO, 2022” presentado por SILVA PACHECO JUAN SEBASTIAN para optar por el título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 15 de Marzo de 2023



ING. JORGE PONCE TAMAYO

ING. JORGE PONCE TAMAYO
C.I. 1757008436

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES DE BAJA ENERGÍA INCORPORADA PARA SU UTILIZACIÓN EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EN QUITO, 2022, previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 15 de Marzo de 2023



Firmado el electrónico camacho por
DANIELA ORTIZ
GUACHAMIN

ARQ. DANIELA ORTIZ GUACHAMIN
C.I. 1718785676



Firmado el electrónico camacho por
FRANK YLIHE BERNAL
TURINO

ARQ. FRANK BERNAL TURINO
C.I. 17568951716

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis le dedico a mi querido padre Franklin él ha sido mi inspiración y el principal ejemplo ha seguir, el siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo y los mejores consejos para lograr cada uno de mis objetivos planteados, siempre me dedico el tiempo necesario para brindarme su amplio conocimiento en los momentos que necesitaba, el ha sido el pilar fundamental para seguir superándome siempre, por el llegue amar la carrera de arquitectura nunca me abandonó en los momentos más difíciles del ciclo de estudio, el es la persona que me guía a ser mejor cada día a nivel profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios y a mis queridos y amados padres que han sido y seguirán siendo un pilar fundamental para lograr cada uno de mis objetivos, quienes han confiado en mí siempre otorgándome el ejemplo de superación, humildad y sacrificio constante, además quiero agradecer a mi hermana mi compañera y confidente que en los momentos más difíciles ha sido mi fortaleza, finalmente quiero agradecer a todos mis maestros de carrera, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, por haberme impartido todos sus conocimientos que me permitirán ser una mejor persona y profesional. El proceso no ha sido sencillo, pero gracias a las ganas de transmitirme sus habilidad y dedicación que los ha regido.

RESUMEN EJECUTIVO

El sector de la industria de la construcción es el gran responsable de una importante demanda y consumo de energía a nivel global que da como efecto emisiones de gases de efecto invernadero y el agotamiento de los recursos no renovables. En los últimos años se han generado certificaciones y estándares de eficiencia energética, las actividades o acciones del sector de la construcción están estimadas dentro de las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, es por esto que en la actualidad todo servicio debe ser pensado en el bienestar y cuidado del medio ambiente y pensando en las futuras generaciones es de suma importancia buscar soluciones a estos gran problemas, al construir edificaciones con materiales de baja energía incorporada nos permite reducir el consumo de agua y de materias prima podemos evitar la generación de residuos además nos permite tener mayor calidad y menor coste en cuanto a mantenimiento.

Este trabajo investigativo se orienta a realizar un estudio o análisis comparativo de la energía incorporada de los materiales tradicionales y alternos en un contexto global en las edificaciones a lo largo de su ciclo de vida para ello se compara la energía incorporada de cada material, es importante o aconsejable cambiar los materiales de alta EI por otros que tengan EI menor sin dejar de lado la durabilidad de los mismos.

La cantidad de energía incorporada a la fabricación y producción de los materiales que disponen una edificación puede aumentar aproximadamente a un tercio del consumo energética de una familia en un lapso de 50 años, la generación de residuos de construcción y de la demolición despunta la tonelada anual por habitante, el reto o el desafío emplear materiales apropiados que nos permitan economizar la energía tanto en la etapa de la fabricación de los materiales y construcción de las edificaciones como en su vida útil, teniendo en cuenta que estos son los que dan problemas al medio ambiente, generando impactos relacionado con el consumo de energía.

DESCRIPTORES: (Construcción Sostenible, Eficiencia Energética, Energía Incorporada, Materiales Sostenible)

ABSTRACT

The construction sector is largely responsible for the significant demand and consumption of energy worldwide, leading to greenhouse gas emissions and depletion of non-renewable resources. In recent years, energy efficiency certifications and standards have been generated, and activities or actions of the construction sector are estimated in the context of climate change mitigation and adaptation strategies, that is why, at present, every service must take into account the well-being and protection of the environment and for future generations, it is of the utmost importance to seek solutions to these important problems, by constructing buildings with low embodied energy materials, we can reduce the consumption of water and raw materials, avoid waste generation, and have higher quality and lower maintenance costs.

This research aims at conducting a study or comparative analysis of the energy incorporated in traditional and alternative materials in a global context in buildings throughout their life cycle for this purpose, the embodied energy of each material is compared, it is important or advised to modify high AE materials for others that have lower AE without neglecting their durability.

The amount of energy incorporated in the manufacture and production of the materials that make up a building can increase to approximately one third of the energy consumption of a family in a period of 50 years, the generation of construction and demolition waste amounts to one ton per inhabitant per year, the challenge is to use appropriate materials that allow us to save energy both in the stage of the manufacture of materials and construction of buildings and in their useful life, taking into account that these are the ones that cause problems to the environment, generating impacts related to energy consumption.

KEYWORDS: (Embodied Energy, Energy Efficiency, Sustainable Construction, Sustainable Materials)

ÍNDICE CONTENIDOS

1. ETAPA 1 • Conocimiento Previo	24
1.1. Introducción	26
1.2. Objetivos	
-Objetivo general	33
-Objetivos específicos	33
1.3. Fundamentación teórica	34
-Eficiencia energética en las edificaciones	34
-Materiales de construcción saludable y biocompatibles	36
-Estrategias para lograr eficiencia energética	37
-Tipos de energía usada para la producción de los materiales de construcción	38
-Análisis de los componentes de los costos indirectos para las edificaciones	39
-Energía incorporada y embebida en los materiales de construcción	40
-Importancia de la energía incorporada en materiales de construcción	42
-Evaluación de la energía incorporada en materiales de construcción	43
-Densidad energética	47
-BIM y la sostenibilidad	50
-Características de los materiales alternos en la construcción	52
2. ETAPA 2 • Aplicación Metodológica	66
2.1 Información general	68

ÍNDICE CONTENIDOS

-Esquema metodológico de estudio	70
-Levantamiento de datos estadísticos energía incorporada en los materiales de construcción	71
-Comparación de estadísticas	72
-Aplicación de materiales de baja energía incorporada	73
-Material tradicional bloque de hormigón de 15 cm	73
-Material alternativo Drywall	76
-Material tradicional estructura metálica (acero)	80
-Material alternativo estructura madera (madera)	84
- Material tradicional aislamiento de poliuretano	88
-Material alternativo aislamiento de celulosa	92

3. ETAPA 3 • Difusión de Resultados

-Evaluación de resultados materiales tradicionales y materiales alternos	98
-Reflexiones finales	104
-Recomendaciones	105
-Referencias bibliográficas	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Impacto ambiental por la construcción	27
Figura 2. Explotación irracional de los recursos naturales	28
Figura 3. Ciclo de vida de un edificio	29
Figura 4. El consumo de energía en el Ecuador	30
Figura 5. Eficiencia energética en edificios construidos	31
Figura 6. La eficiencia energética	34
Figura 7. Eficiencia energética en la construcción	35
Figura 8. Eficiencia energética a nivel mundial arquitectura sostenible	36
Figura 9. Estrategias de diseño sustentable	37
Figura 10. Ciclo de vida de los materiales y de la construcción	41
Figura 11. Energía incorporada en los materiales de construcción	42
Figura 12. Ciclo de vida energético de una edificación	43
Figura 13. Edificio con etiqueta eficiencia energética	44
Figura 14. Energía incorporada en los materiales de construcción unidad de medida GJ	45
Figura 15. Materiales sustentables en la construcción	47
Figura 16. Tipos de energía usada en la producción de materiales	48
Figura 17. Valores estandares del eco indicador	48
Figura 18. Construcción sostenible y la certificación EDGE	49
Figura 19. Sostenibilidad digitalización mediante la metodología BIM	50
Figura 20. La arquitectura BIM 6D	51
Figura 21. Procesos en la producción de madera	52
Figura 22. Construcciones basadas en el cáñamo	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 23. Producción de adobe para la construcción	56
Figura 24. El bambú solución a la contaminación por la construcción	57
Figura 25. Proyecto BEDZED Arq. Bill Dunster	60
Figura 26. Proyecto BEDZED Arq. Bill Dunster	61
Figura 27. Proyecto Banco Centroamericano Arq. Bruno Stagno	61
Figura 28. Proyecto construcción de madera Colluspina	62
Figura 29. Proyecto construcción de madera sección en fachada	62
Figura 30. Proyecto construcción de madera Girona	63
Figura 31. Aislante de lana con madera	64
Figura 32. Detalle constructivo bloque de hormigón Esc-1:20	74
Figura 33. Detalle constructivo bloque de hormigón Esc-1:20	74
Figura 34. Construcción de tabiquerías con drywall	77
Figura 35. Perfilera del sistema constructivo de drywall	77
Figura 36. Detalle constructivo drywall Esc-1:20	78
Figura 37. Detalle constructivo drywall Esc-1:20	78
Figura 38. Construcción en estructura metálica	81
Figura 39. Edificios con estructura metálica	81
Figura 40. Detalles estructurales de acero Esc-1:20	82
Figura 41. Detalles estructurales de acero Esc-1:20	82
Figura 42. Edificio de madera y estructura de acero autoportante	85
Figura 43. Construcción en estructura madera	85
Figura 44. Detalles estructurales de madera Esc-1:20	86
Figura 45. Detalles estructurales de madera Esc-1:20	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 46. Construcción de tabiquerías con aislante de poliuretano	89
Figura 47. Construcción y aislante de poliuretano	89
Figura 48. Detalles Estructurales de madera Esc-1:20	90
Figura 49. Detalles Estructurales de madera Esc-1:20	90
Figura 50. Construcción con aislante de celulosa	93
Figura 51. Aislante de celulosa	93
Figura 52. Detalles aislante de celulosa Esc-1:20	94
Figura 53. Detalles aislante de celulosa Esc-1:20	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La energía y sus transformaciones	38
Tabla 2. Análisis de los componentes de los costos indirectos para las edificaciones	39
Tabla 3. Principales orígenes, tipos de bosque y destino de la madera lugar tipo ..	53
Tabla 4. Repercusión de sistemas en la construcción de madera	63
Tabla 5. Repercusión de sistemas en la construcción de madera	64
Tabla 6. Repercusión de materiales en cada subsistema en la construcción de madera Girona	64
Tabla 7. Metodología de estudio	70
Tabla 8. Energía incorporada en los materiales de construcción	71
Tabla 9. Comparación de energía incorporada en los materiales de construcción .	72
Tabla 10. APU material tradicional bloque de hormigón de 15 cm	75
Tabla 11. APU material alternativo drywall	79
Tabla 12. APU material tradicional estructura metálica (acero)	83
Tabla 13. APU material alternativo estructura madera	87
Tabla 14. APU material tradicional aislante térmico poliuretano	91
Tabla 15. APU material alternativo aislante térmico celulosa	95
Tabla 16. Análisis de resultado bloque de hormigón y drywall	96
Tabla 17. Análisis de resultado aislante de poliuretano y aislante de celulosa	97
Tabla 18. Análisis de resultado madera y acero	98
Tabla 19. Comparativo del uso de materiales en los sistemas constructivos	99
Tabla 20. Costo de materiales sostenibles en la construcción.....	100

ETAPA 1
CONOCIMIENTO PREVIO



Introducción

La preocupación mundial sobre los temas medioambientales van en aumento, el impacto y el calentamiento global son temas que han ido preocupando a la humanidad, el sector residencial es un componente clave en los proveedores energéticos, el consumo energético de Latinoamérica en la actualidad es exageradamente alto en los edificios o en construcciones cuya propuesta no ha sido diseñada de modo eficiente, los edificios se calientan de manera gratuita gracias a la incidencia solar, pero se enfrían con ayuda de equipos artificiales que generan altos índices de gasto de energía (Molina Peggi & Sabando María, 2022), estos equipos nos facilitan a formar un sitio en confort.

Actualmente, el uso de la energía es descendiente de los combustibles fósiles estas siguen en acrecentamiento, de igual forma las emisiones de CO₂ donde causa el calentamiento global y la extinción de fuentes donde se extraen las materias primas para la producción de los materiales, sin embargo, a pesar de los esfuerzos que han logrado minimizar las grandes consecuencias catastrófica, aun no se ha logrado un modelo sustentable en la que haya la reducción importante de uso de recursos materiales naturales, de Co₂ y de energía (Quispe Nicole, 2016).

La arquitectura desarrollada por Vitruvio donde se aprovechan materias primas de fácil acceso biodegradables y renovables como la madera y la piedra han quedado lejos de nuestra realidad, en la actualidad la mayor parte de las materias primas se extraen de yacimientos casi totalmente agotables y dificultoso acceso, en cuya extracción

se generan variedad de desechos y productos contaminantes para el medio ambiente. El consumo de energía a nivel mundial en el sector residencial se incrementa en un 48% entre los años 2012 y 2040 especialmente como resultado de la creciente demanda del sector residencial en los países. (Quispe Nicole, 2016).

Los habituales materiales de construcción como el hormigón el acero, cerámicas con alto índice de energía, pinturas, barnices, elementos de gas, plomo o mercurio, ladrillo refractario, son los principales materiales que contaminan el medio ambiente logrando llegar a causar enfermedades debido especialmente al elevado consumo de energía y materias primas que están asociadas a su proceso de obtención, producción, tratamiento el transporte y su respectiva instalación (Molina Peggi Y Sabando María, 2022).

En la actualidad, el provisionamiento energético a nivel mundial cada vez está teniendo más problemas, un caso claro es la Unión Europea que requiere el 50% del consumo total para lograr abastecer a la población y lograr continuar con las actividades diarias sin un corte energético, estudios indican que los países más grandes los más desarrollados son los que derrochan más energía y por este factor son los que más emisiones emiten al entorno (González Pablo, 2017).

En los últimos años se está haciendo referencia que debemos pensar y diseñar una arquitectura más sostenible y eficiente, las entidades de la construcción son los prin

cipales consumidores de energía eléctrica y de materias primas, esta industria genera un alto índice de emisiones de CO₂, una edificación o edificio conservan un ciclo de vida largo por lo tanto su permanencia en el medio ambiente es duradero (Molina Peggi & Sabando María, 2022).

Se debe tener en cuenta que el sector de la industria, la construcción es la mayor consumidora de los recursos naturales, sin dejar de lado la industria asociada a estas actividades es una de las principales causantes de la contaminación atmosférica, para tener en claro un edificio consume entre el 20 y el 50% de los recursos físicos según su entorno siendo la obra que más consume o gasta materiales, por cada metro cuadrado construido se gastan más de 2 toneladas, el impacto actual de los edificios ocupan cada vez más una mayor parte del territorio así generando un ambiente físico hostil para el desarrollo habitual de las actividades de los ciudadanos (Bautista Juan & Loaiza Nelson, 2018).

La cantidad de energía asociada a la producción de los materiales que conciertan una edificación puede ascender alrededor de un tercio del consumo energético de una familia durante un tiempo de 50 años, la producción de residuos de construcción y demolición supera la tonelada anual por habitante, el Instituto de Tecnología sostiene que se necesitan aproximadamente de dos toneladas de materias primas por metro cuadrado de construcción, que la cuantía de energía necesaria para poder obtener las materias primas que representa el consumo de energía que realiza una familia en 12 años y que los residuos de una construcción significan más de una tonelada al año por habitante (Bautista Juan & Loaiza Nelson, 2018).

A nivel mundial los edificios consumen el 40% de la demanda de energía además son responsables de un tercio

de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. (Redacción INMOBILIARE, 2020) Los edificios hoy en la actualidad consumen mucha energía iniciando desde la etapa de su construcción inclusive hasta la etapa de operación y mantenimiento, la energía incorporada de los materiales de construcción contribuye entre un 15% y un 20% de la energía utilizada por un edificio durante un periodo de 50 años (Arquima, 2018).



Fig 1. Impacto ambiental por la construcción

Fuente. (Booth, 2021)

El avance y crecimiento de la humanidad ha dado como secuela que poco a poco los recursos no renovables o naturales empiecen agotarse, desaparecerse o escasear en algunos lugares del mundo, la obsesión por el desarrollo de nuevas formas de industria y explotación de recursos naturales están incrementando la velocidad del agotamiento de estos recursos del planeta, los recursos que son naturales son de mucha importancia para la econo-

mía mundial, la mayor parte de la economía de cada país gira entorno de los recursos naturales que dispone cada uno (González Pablo, 2017).



Fig 2 . Explotación irracional de los recursos naturales

Fuente. (Díaz, 2020)

La industria de la construcción, la mayor parte utiliza recursos minerales, cuya explotación o extracción de los materiales implica consumo de energía, agua entre otros, estos recursos minerales de diferentes características son explotados de acuerdo al modelo productivo de ciclo abierto, lo que se convierte en consumo de recursos no renovables y en generación de restos contaminantes, algunos de los materiales se están consumiendo a un ritmo más apresurado que la tasa natural de regeneración, lo que envuelve su agotamiento a largo plazo, la consecuencia contigua es la disminución de la disponibilidad de reservas en la naturaleza (Casañas Virginia, 2011). En cuanto a los agregados a nivel general el 40% de las

materias primas, son extraídas generando un alto derroche de recursos naturales y energía, los principales minerales extraídos para la producción o la elaboración de los materiales de construcción son; grava, arena arcillas, calizas, piedras pulidas y otras de origen volcánico, la incidencia del transporte es responsable de una parte importante del impacto ambiental en el ciclo de vida de los productos, de tal manera que las consecuencias de esta acción, frecuentemente son impredecibles el 15% de las emisiones globales de Co2 se atribuyen a este sector (Urgilés Diana, 2017).

La mayoría de los productos que encontramos actualmente en los proveedores se crearon con materiales cuya extracción u obtención y fabricación necesitan unos gastos y un esfuerzo significativo, estos están depositados en un vertedero sin ningún tipo de uso esto da como resultado de un sistema industrial diseñado de signo o forma lineal en donde se extraen los recursos, se transforman en productos y al final son arrojados a un basurero, lo que se logra con este tipo de sistema es tener a diario más residuos, agotar los recursos y no disponer lo que desechamos esos residuos desde ahora se debe pensar en un sistema circular donde todo sea un proceso continuo (Uribe María, 2021).

Todas las actividades y procesos generan o producen impactos ambientales y consumos de los recursos de forma positiva y negativa, es de suma importancia la identificación y descripción de cada etapa de los procesos de obtención de los materiales, el sector de la construcción es uno de los sectores con mayor importancia económica y social en todos los países del mundo, produciendo gran aumento económico para cada región y esto ha tenido grandes implicaciones con el entorno ambiental generando daños significativos para el medio ambiente, desde la etapa de la producción, como de usar o deshacer el producto (Uribe María, 2021).

La temperatura de la tierra está en aumento constante con el paso del tiempo por las emisiones de Co2, si no se tiene un adecuado control sobre las emisiones de Co2 la temperatura seguirá en incremento, hay muchos factores de contaminación producidos no solamente por el consumo energético sino también por los siguientes aspectos (González Pablo, 2017):

-La generación de electricidad por medio de plantas nucleares, estas plantas no producen Co2, pero sus desechos son radioactivos y tóxicos.

-El abastecimiento mediante energías fósiles es de lo que más produce o genera contaminación al medio ambiente emitiendo partículas contaminantes por su proceso de combustión.

El 80% de las empresas o construcciones en el país no registran tener una inversión en protección ambiental y disponen de un estudio inicial de impacto ambiental según los últimos datos de Estadísticas Ambientales del INEC, según la encuesta de gasto e inversión privada en Protección Ambiental, el 98% de las industrias o empresas no disponen de sistemas de gestión ambiental mediante certificaciones internacionales dentro de sus organizaciones, la escasez y un modelo económico establecido en la explotación desproporcionada de los recursos naturales, esto disminuye los servicios y funciones ecosistémicos en Ecuador, esto complica cada vez la disponibilidad temporal y espacial de los recursos, esto produce o pone en peligro la producción alimentaria del país y su gran diversidad (INEC, 2011).

En cuanto a Ecuador por su ubicación geográficamente no presenta cambios bruscos en su temperatura donde su gasto resulta minoritario que, en otros países, la mayor parte de los edificios del Ecuador cuentan con materiales de alto impacto energético donde no toman en

cuenta el problema que causan a la sociedad y al medio ambiente, la mayor parte de ocasiones el valor llega a estar por encima de la media debido a los problemas de diseño (Molina Peggi & Sabando María, 2022).

Las edificaciones en el territorio ecuatoriano no siempre toman en cuenta la incidencia solar ni si quiera un diseño apropiado de materiales para la región donde se vaya a construir donde se presentan problemas de alto consumo energético porque no se ha diseñado un espacio confortable para el habitante por que los estándares de diseño no son los adecuados, provocando fallas en la ventilación e iluminación que se ven obligado al uso de aires acondicionados y calefactores como consecuencia al implementar estos equipos en las edificaciones existe una contaminación al ambiente (Molina Peggi & Sabando Maria, 2022).

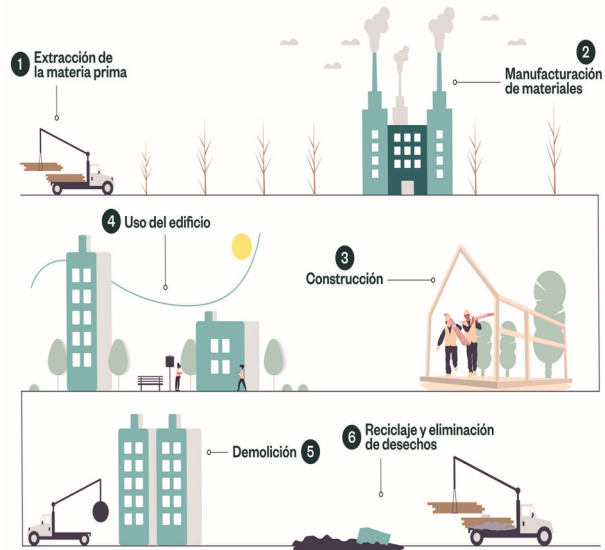


Fig 3. Ciclo de Vida de un Edificio

Fuente. (Econova, 2022)

En la ciudad de Quito escasamente se ha incursionado en prácticas sustentables en la industria de la construcción esto se debe a la falta de desarrollo industrial la falta de personal técnico capacitado en el tema y el apoyo de los sectores públicos y privados de tal modo que se siguen construyendo edificios en forma convencional los mismo materiales donde producen altos índices de energía, donde los habitantes deben pagar grandes facturas de consumo eléctrico, al seguir con las misma metodología siguen generando gran impacto ambiental.

Se puede apreciar en el documento elaborado por el Ministerio de Energía que el consumo eléctrico por habitante incremento en un 2% entre 2018 y 2020, pasando de 1.488 kWh por habitante a 1.517 kWh por habitante. (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2019). El consumo promedio de energía eléctrica de los hogares

ecuatorianos a nivel nacional es mayor a 138 kWh, el área urbana registra el consumo más alto con 155 kWh(INEC, 2012).

Quito posee grandes construcciones innovadores presentes la mayor parte en el sector Iñaquito su gran problema sigue siendo primordialmente el vacante de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dicho esto son estos los que más afectan sobre el medio natural de Quito, sin dejar atrás otros impactos conexos con el consumo de energía o los residuos, cabe recalcar que existen espacios con malas distribuciones en relación a la dirección de la incidencia solar esto nos conlleva al uso sobre explotado de equipos electrónicos, ahora en la actualidad las ciudades han adoptado el uso masivo de materiales de carácter global como el aluminio el hormigón el PVC esto ha causado un incremento muy notorio en los costes energéticos.(EcoHabitat, 2022)

El consumo de energía eléctrica en el Ecuador se incrementó en 4,5% en 2019

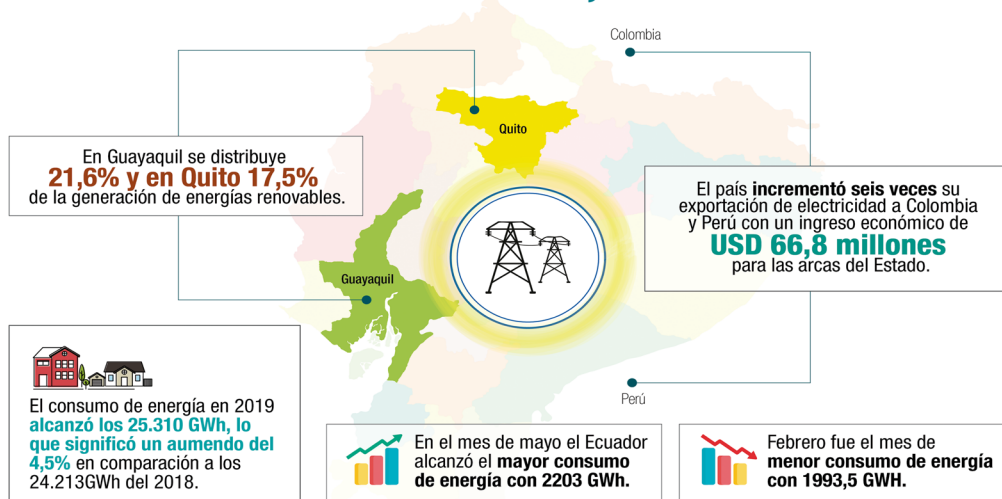


Fig 4. El consumo de energía en el Ecuador
Fuente. (CENACE, 2019)

Los efectos medioambientales de los métodos de fabricación de materiales producen emisiones de CO₂, ruidos y vibraciones, residuos, polvo en suspensión y el exceso de consumo energético, cada acción de construcción tiene un impacto en el medio ambiente desde los materiales que elegimos, la tecnología que utilizamos, hasta las obras que construimos todo genera gases de carbono que causan el calentamiento global (ARCHDESK, 2021).

Como ya se ha mencionado el sector de la construcción participa notablemente en la economía de los países en desarrollo ya que estos países gastan alrededor de la mitad de sus recursos como el capital, materiales y energía en infraestructura, en el Ecuador cerca del 9% del producto interno bruto (PIB), un valor demostrativo que corresponde a la construcción, principalmente en los países desarrollados, se ha identificado como la explotación intensiva de recursos naturales en búsqueda de ascendentes ganancias monetarias que ha degradado o perjudicado el medio ambiente (Daza Pablo, 2010).

Los impactos ambientales en la según el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, en el Ecuador existió una dependencia del 39,42% de fuentes no renovables de energía que funcionan con combustibles fósiles para poder cubrir la demanda de energía eléctrica durante el primer semestre del año 200p, el resto viene de fuentes renovables con el 53,89%, en ese periodo, Quito representa cerca de la cuarta parte 24,34% de la demanda de energía en Ecuador (Daza Pablo, 2010).

Los efectos medioambientales de los métodos de fabricación de materiales producen emisiones de CO₂, ruidos y vibraciones, residuos, polvo en suspensión y el exceso de consumo energético, cada acción de construcción tiene un impacto en el medio ambiente desde los materiales que elegimos.

En Quito es muy escaso el control ambiental en la construcción, existe la Ley de Gestión Ambiental a pesar de las sanciones económicas para los contratistas, se evidencia materiales de alto impacto energético, escombros y basura mal manejada en distintos sectores de la ciudad y del país.

El desarrollo de industrias petroleras y de motores de combustión interna ha dado lugar a un aumento en la concentración de determinados contaminantes atmosféricos disminuyendo la calidad del aire en Ecuador. La mala calidad de los combustibles es la principal causa de la contaminación en Quito. La contaminación provoca cuatro millones de muertes al año en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud.

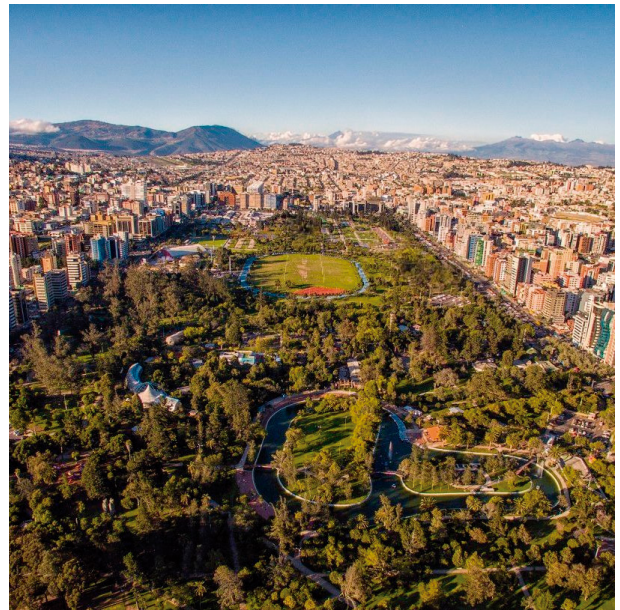


Fig 5. Eficiencia Energética en Edificios Construidos
Fuente. (Schwarzkopf, 2020)

La construcción sostenible de edificios brota de la búsqueda de un entorno urbano sostenible y eficiente que satisfaga las necesidades de la sociedad por infraestructura brindando un entorno sano a los ocupantes de edificios y siendo responsables con el medio ambiente, en países como Latinoamérica como el Ecuador, recientemente se ha incursionado en practicas sostenibles en la construcción de edificios debido al fallo de progreso industrial.

Esta investigación se realiza debido a que se ha observado en la industria de la construcción que se usa la mayor parte materiales y técnicas convencionales lo cuales aportan una gran parte acrecentar el impacto ambiental debido al uso descontrolado de recursos naturales para su extracción y elaboración, su cantidad de desecho que genera la construcción y la contaminación que presentan estos al momento del contacto con la naturaleza.

El estudio se enfoca en conocer la implicancia de la EI de los materiales y sus emisiones de CO2 en el ciclo de vida de la edificación en este caso de vivienda multifamiliar, tomando en cuenta no solo la fesa de uso que preocupa a la mayor parte, sino en la fase de fabricación de los materiales con los cuales se ejecuta el edificio, lo que ayuda a cuantificar y conocer las proporciones de energía consumida a lo largo del ciclo de vida.

Considerar edificios energéticamente eficientes, han generado grandes beneficios en donde ahora se logra tener reducciones de gases de efecto invernadero, es importante crear sistemas de información ambiental con herramientas y metodologías claras y sencillas puedan evaluar el impacto al entorno.

La eficiencia energética es la solución al gran gasto excesivo de energía en las construcciones, el estudio de materiales de baja energía nos permitirá tener un amplio

conocimiento sobre sus beneficios, al remplazar los materiales tradicionales con los de baja energía ayudará a la comunidad de arquitectos de Ecuador y Quito a tener en cuenta en sus diseños estos materiales que evitaran asumir altos consumos energéticos

Donde puedan generar modelos de edificaciones energéticamente eficientes que puedan ayudar a contribuir al desarrollo del país reduciendo el consumo de energía de tal manera que logren proyectar con estándares de confort sin implicar negativamente en el medio ambiente con cantidades elevadas de CO2 y afectaciones al ecosistema, optimizando así recursos para otros componentes.

La ciudad de Quito crece rápidamente por lo que sus diferentes edificaciones nuevas y antiguas se deben construir y operar encaminando a la conservación y perfección de la calidad ambiental y de la calidad de vida de todos los habitantes, consiguiendo así la sostenibilidad urbana para lograr el buen vivir en el país teniendo en cuenta técnicas o métodos de construcción sostenible los actores de las construcciones tiene la obligación y la responsabilidad de buscar contruir espacios mas saludables y dignos de habitar.



Objetivos

Objetivo general

Estudiar y comparar los materiales tradicionales con los de baja energía incorporada en edificios multifamiliares en Quito, 2022.

Objetivos específicos:

Implementar estrategias sostenibles y asumir criterios de implementación de la eficiencia energética en su diseño y construcción.

Comparar y analizar los materiales tradicionales con los de baja energía para conocer los principales beneficios para que conozcan los profesionales al momento de proyectar y diseñar.

Analizar y comparar los beneficios de los materiales de baja energía aplicadas en el proceso de la construcción.

Fundamentación Teórica

La eficiencia energética es la fabricación de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con energía incorporada muy baja, con idéntica o mayor cantidad de vida, con menor contaminación, a un precio inferior al existente, prolongando la vida de los recursos y con menor problema, la eficiencia se relaciona entre la energía útil y la energía empleada, pero ahora en la actualidad hace referencia a la utilización de la maquinaria que son empleados o utilizados por el usuario, la eficiencia se utiliza de una forma más extensa (Muñoz Mercedes, 2021).



Fig 6. La eficiencia Energética
Fuente. (Factorenergía, 2023)

El término o el significado de conservación eficiente de la energía es propuesta por Comisión Mundial de Energía en la convención, que se basa particularmente a la adopción de todas las medidas que sean técnicamente posibles, económicamente razonables, ambiental y socialmente aceptables para optimizar la eficiencia en el uso de la energía, consiguientemente, la arquitectura de ahorro de energía se refiere a la industria que realiza investigación y desarrollo con el objetivo de mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos energéticos (Ding Lei et al., 2021).

La EE conocida como la energía incorporada se define como la energía primaria total utilizada para construir, para poder mantener y demoler un edificio, la EE inicial es la energía manejada por todos los métodos para la fabricación de los materiales que son utilizados directamente en la construcción de edificios, esto inicia con la extracción de las materias primas, continuado de todas las etapas de fabricación necesarias para desarrollar o producir el producto final, esto representa la mayor parte de porcentaje del uso de energía del ciclo de vida y es conocido comúnmente como de la cuna a la puerta (Dascalaki Elena et al., 2021).

La energía incorporada en los materiales de construcción es aquella que directa e indirectamente se necesita tanto para producirlos, utilizarlos como para desecharlos, para la obtención u extracción de la materia prima, para su respectiva producción, la transportación del producto a obra, la invertida de la maquinaria en la instalación de la

edificación y su última etapa el desmantelamiento y el mantenimiento en fase de uso, la arquitectura de ahorro energético esta direccionada a disminuir el consumo energético de la edificación (Kommerling, 2021).

La eficiencia energética no representa en comprometer la comodidad y la calidad de vida al reducir el uso energético que usamos en nuestra vida cotidiana, la mejora continua de la eficiencia energética se fundamenta en la optimización de los procesos de producción del material y el consumo de energía, de nada servirá construir un edificio que su consumo de energía sea nulo, pero que es construido o proyectado con materiales de alto impacto energético esto no ayudara a disminuir la contaminación ambiental.

Ahora en la actualidad, la industria de la construcción y los diferentes profesionales de la construcción están claros de la importancia del uso de materiales de baja energía en las edificaciones, debido a las exigencias de las normativas y de las certificaciones, sin embargo, los materiales naturales en la construcción son muy poco usado o muy poco comunes en la industria, actualmente estos son utilizados en proyectos donde los promotores y los profesionales buscan usar materiales con baja huella (Cañas José, 2016).

Los proveedores o el mercado de materiales naturales de baja energía son muy poco conocidos hoy en día y los precios son superiores a los materiales de la construcción estándar, en algunos de los casos, tienen precios equivalentes a los tradicionales, sin embargo, a su poco uso es un poco difícil adquirirlos y es donde los costos de la construcción se elevan. Para tener un uso sostenible de energía en el futuro, existen o hay dos aspectos que deben tenerse en cuenta; el abastecimiento o la generación de energía y su parte de consumo, incluidas las industrias de la construcción donde son las que consumen

gran cantidad de energía, los requerimientos principales para la eficiencia energética es producir menos emisiones de gases de efecto invernadero y depender más de las fuentes que provienen de energías renovables para la sostenibilidad futura (Azzi Merced et al., 2015).

La mayor parte de la generación de energía dependen del carbón, ya que es una fuente clave de energía, no obstante progresar hacia una economía baja en carbón se requiere de industrias que logren utilizar el carbón y la energía más eficiente donde pueda reducir la huella ambiental, desde el punto de vista del gasto la eficiencia en el uso de la energía es transcendental para reducir las emisiones y poder mitigar el impacto en el medio ambiente local como la calidad del aire la conservación de energía es fundamental (Azzi Merced et al., 2015).



Fig 7. Eficiencia Energética en Edificios Construidos
Fuente. (Sánchez, 2021)

Materiales de Construcción Saludable y Biocompatibles

La arquitectura sostenible plantea la utilización de materiales saludables para el ambiente y para la salud de los habitantes que sean biocompatibles con la menor transformación posible, que faciliten el intercambio de humedad entre la edificación y la atmosfera, baso su impacto ambiental con materiales que concentren su ciclo de vida ACV como garantía del conocimientos de su impacto ambiental en su extracción, producción, distribución, instalación, vida útil y reciclaje o también conocido como la bio composición (Matute María, 2014).

Según la norma ecuatoriana de la construcción habla sobre que un 20% de los materiales de construcción usados en las proyectos o edificaciones cumplen al menos un parámetro de los puntos anunciados a continuación (Matute María, 2014).

- El Uso de materiales reciclados se debe certificar la eficacia del producto según normas INEN u otras normas internacionales.

- Se debe usar materiales donde el lugar de fabricación no sea mayor a 100km, se debe tener en cuenta su valor material y cultural.

- Construcción desmontable, debe tener una representación modular que en el caso de desarmarse el material pueda ser recuperado en su mayor parte y que se pueda ser reutilizado entre proyecto.

- Materiales que posean alta tecnológica eficientes en el ahorro de energía, considerando materiales que en el proceso de fabricación incluyan mejoras tecnológicas de sus propiedades energéticas, físicas y se extienda la vida útil de los materiales.

- Materiales naturales y renovables se debe emplear o usar materiales orgánicos renovables que no procedan de ecosistemas sensibles, estos materiales deben pro-

venir de fabricantes calificados que realicen un trabajo eficiente que se comprometan con el medio ambiente.

- Materiales extraídos o explotados de manera sustentable.

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es menor y con mayor coste, la necesidad de racionalizar los recursos y emplear estrategias de desarrollo sostenible, nos obliga a que en toda actividad se use o se busque la eficiencia, comprendida como adquirir más y mejores resultados con menos recursos lo cual se formula en menos costes, además es el uso eficiente de la energía, la reducción del consumo de energía eléctrica, conservando los mismos servicios energéticos sin disminuir el servicio ni la calidad de vida siempre y cuando asegurando el abastecimiento y protegiendo el medio ambiente fomentando la sostenibilidad (Matute María, 2014).



Fig 8. Eficiencia Energética a Nivel Mundial Arquitectura sostenible Fuente. (Ingeoexpert, 2017)

Estrategias para Lograr Eficiencia Energetica

La energía es factor elemental en la búsqueda de la sostenibilidad, el consumo de combustibles fósiles en las edificaciones representa alrededor de toda la mitad de toda la energía que se consume en el mundo, si la sociedad pudiera generar toda la energía que necesita a partir de fuentes renovables se solucionarían varios problemas. Las energías renovables son aquellas que provienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o porque son idóneas de regenerarse por medios naturales que pueden ser reemplazados a los combustibles fósiles en la calefacción, refrigeración o ventilación de los edificios (Matute María, 2014).

Las energías alternativas aun permaneciendo renovables también son finitas, y también como los otros recursos naturales tendrán un límite máximo de explotación, las energías alternativas son aquellas que se pueden reemplazar a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su mínimo efecto contaminante o principalmente por su posibilidad de renovación, reducir o separar el consumo energético innecesario, no solo se basa de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, esto quiere decir que debemos desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarró (Matute María, 2014).

1 Criterios de Arquitectura Bioclimática

- Correcta orientación e implantación de la edificación, considerar las condiciones climáticas del lugar, tener en cuenta la forma del edificio o del diseño, Aislamiento térmico en la envolvente como muros, pisos y cubiertas se debe diseñar protecciones solares, fachadas de doble piel.

2 Materiales Ecológicos

- La elección de materiales de construcción reciclables cuya elaboración y puesta en obra requieran de poca energía para ejecutar una construcción sostenible.

3 Tecnología Eficiente

4 Electrodomésticos con etiquetas energéticas

5 Iluminación LED

La eficiencia energética es uno de los objetivos o metas más relevantes de la arquitectura sostenible, ahora en la actualidad los diferentes arquitectos buscan y utilizan diferentes métodos para disminuir las necesidades energéticas de los edificios a través del ahorro y otras para poder mejorar la capacidad de sujetar la energía del sol o de generar su propia energía mediante diferentes sistemas o técnicas sostenibles (Matute María, 2014).

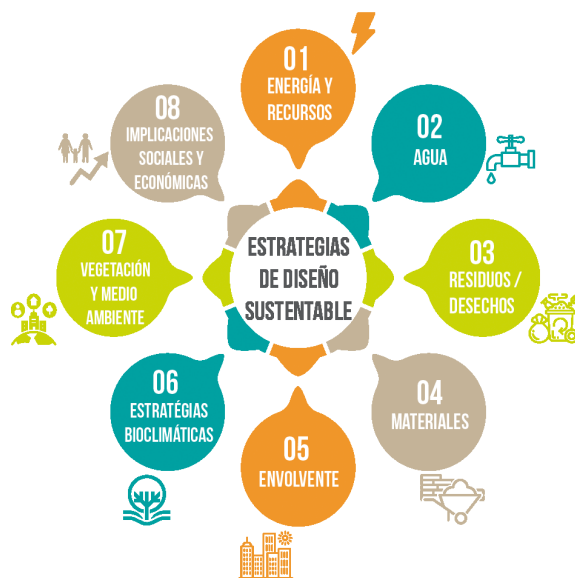


Fig 9. Estrategias de Diseño Sustentable
Fuente. (Arcux, 2023)

Tipos de Energía Usada para la Producción de los Materiales de Construcción

La energía es el principal componente para el proceso de producción de los materiales de construcción estos se los pueden obtener de diferentes maneras, ahora en la actualidad la energía se la produce principalmente por medio de la quema de combustibles, entre las energías más destacadas tenemos las siguientes (Álvarez, 2013).

-Combustibles Fósiles: Este tipo de energía se adquiere de la materia orgánica, los combustibles fósiles es una fuente de energía que proviene de la descomposición de la materia orgánica de animales, microorganismos y plantas en cuanto al proceso de transformación tarda millones de años, en cuanto ejemplos de los combustibles fósiles tenemos el carbón el petróleo, gas natural, gas licuado petróleo.

-Hidráulica: En cuanto la energía hidráulica se caracteriza por aprovechar el movimiento o la fuerza del agua, este tipo de energía nos permite obtener la electricidad gracias a la adaptación de la energía cinética y poten-

cial de las corrientes o saltos de agua (Álvarez, 2013).
-Solar: Esaquellaenergíaqueesobtenidadirectamentedel sol, es una energía renovable, esta energía emplea calor y luzdelsol para poder calentar maquinarias y generar vapor de agua para dar movimiento a turbinas (Álvarez, 2013).

-Geotérmica: Este tipo de energía se encarga de almacenar en forma de calor por debajo de la superficie de la tierra y es apreciada como una fuente de energía renovable.

-Renovables: Las energías renovables son aquellas que proceden de fuentes de recursos ilimitados, son fuentes que se pueden regenerar, como la energía eólica, la energía solar y la geotérmica y la hidráulica.

-Norenovables: Sonaquellasqueprovienen defuentes finitas esto quiere decir que son agotables, por ejemplo, tenemos dos tipos de energía nuclear y los combustibles fósiles.

Tabla 1. La Energía y sus Transformaciones

Fuente de energía	Capacidad de regeneración		Necesidad de transformación		Importancia actual		Impacto ambiental	
	Renovables	No renovables	Primarias	Secundarias	Convencional	No convencional	Limpia	Contaminante
Hidráulica	X		X		X			X
Geotérmica	X		X		X			X
Nuclear		X	X		X			X
Eólica	X		X			X	X	
Solar	X		X			X	X	
Petróleo y derivados		X		X	X			X
Carbón		X	X		X			X
Gas natural		X	X		X			X
Biomasa	X		X	X		X	X	
Maremotriz	X		X			X	X	

Fuente. Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LOS COSTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS PARA LAS EDIFICACIONES

Tabla 2. Análisis de los Componentes de los Costos Indirectos para las Edificaciones

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LOS COSTOS INDIRECTOS PARA LAS EDIFICACIONES						
RUBRO	DETALLE DE INSUMOS	EVALUACION DE LOS COMPONENTES INDIRECTOS				EVALUACION COSTO/BENEFICIO
		MAQUINARIA	TECNICO ESPECIALIZADO	MATERIA PRIMA	IMPACTO AMBIENTAL	
MAMPOSTERIAS Y TABIQUERIAS	BLOQUE PRENSADO	Prensas	Artesanos calificados	Cemento Agua Arena	Mayor generación de residuos, y alta energía incorporada en la producción	El costo de los materiales para fabricar los bloques prensados representan un 10% en relación a los del Stel Framing; sin embargo la productividad es mas rentable en el momento de su montaje o construcción
	STELL FRAMING	Maquinaria industrial	Ing. Estructural, Diseñadores Arquitectos	Acero fibrocemento	Baja energía incorporada, mínima generación de residuos	
MONTAJE DE ESTRUCTURA	ACERO	Pantógrafo Dobladora Prensas Esmeriladora Sierra tronzadora Equipo de oxicorte	Ing. Estructural Ing. Mecánico	Acero	Alta energía incorporada, alto índice de contaminación y generación de gases por su maquinaria	En cuanto al costo la madera representa un 20% mas que el acero, pero se obtiene grandes beneficios la madera es un material sostenible que evita emisiones de CO2 como lo hace la fabricación del acero, es un material térmico y resistente.
	MADERA	Aserrederos Afiladoras Horno Astilladoras	Ing. Estructural Ing. Mecánico Diseñador en madera	Madera extraída de arboles	Baja energía incorporada, en cuanto a su obtención y fabricación es sistema mas sostenible menos impacto ambiental	
COLOCACIÓN DE VIDRIOS EN FACHADAS	VDRIO TRADICIONAL	Canteadoras Rectilíneas Canteadoras Bilaterales Pulidoras Biseladoras rectilíneas	Ing. Standard Arquitecto	Arena de sílice Carbonato de sodio Caliza Calzin	La obtención del vidrio constituye una fuente significativa de emisiones de gases como el principal actor el dióxido de carbono.	El costo de producción de los vidrios tradicionales representaran un 30% del costo de los vidrios cámara, pero con estos se obtienen altos índices de aislamiento acústico, termico aunque sus precios de montaje sean mayores en un 50% mayor a los sistemas tradicionales por la hermeticidad que se debe lograr
	VIDRIO DOBLE CON CAMARA DE AIRE	Canteadoras Rectilíneas Canteadoras Bilaterales Pulidoras Biseladoras rectilíneas Butiladoras Caballetes Extrusoras vidrio	Ing. de Sonido Ing. Medicion temperatura Arquitecto	Arena de sílice Carbonato de sodio Caliza Calzin	Este tipo de vidrio se caracteriza por ser un material con mucho mas elaboración pero ahora en la actualida por la tecnología disminuye el impacto ambiental	
TUMBADOS DE HORMIGON Y CIELOS FALSOS	LOSAS DE HORMIGON	Equipo de encofrado	Artesano calificado	hormigones	Desperdicios y generación de residuos y escombros, el hormigon es el principal contaminante de la construcción.	Los tumbados de hormigón limitan tratamientos termicos, acusticos e imposibilitan tendido de redes electricas, mecanicas, electronicas, etc. Los cielos falsos de fibra mineral, gypsum, amstron y mas permiten obtener mayor niveles de confort tanto acústicos, termicos, y permiten el tendido de redes de los diferentes sistemas constructivos.
	CIELOS FALSOS	Maquinaria industrial moldeadores y yeso	Ing. Estructural, Diseñadores Arquitectos	Acero Yeso, Carton prensado	No genera muchos desperdicios menor impacto ambiental	

Fuente. Elaboración Propia

Los materiales manejados en la construcción ecológica también están en continuo cambio, se busca o se propone materiales ecológicos que no destruyan al medio ambiente durante su fabricación, transporte, puesta en obra, mantenimiento y desmontaje o que su impacto sea mínimo, buscan sistemas o métodos con tecnología que permitan alcanzar la eficiencia energética, debemos tener una visión objetiva de la realidad ecológica y ambiental del mundo, podemos pensar en cambiar o transformar todos esos factores que se están desarrollando de manera negativa y de este manera llegar a crear una conciencia ecológica colectiva cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de vida del hombre (Matute María, 2014).

Debemos concebir al hombre como prioridad es tener en cuenta su rol como especie, la estrategia de negocios para la construcción contiene ahorros a largo plazo, algunas de las empresas están enfocándose menos en las relaciones publicas y mas en el rendimiento de la inversión, la búsqueda en el rendimiento de la inversión sigue en aumento la demanda de consultores de construcción ecológica y auditorias de energía, con el fin de buscar el máximo ahorro energético y certificar las edificaciones como verdes, se están transformando en una parte integral del proceso de construcción ecológico (Matute María, 2014).

Hoy en día en la construcción ecológica es estimada una excelente práctica constructiva, por sus beneficios ambientales que ofrece y el impacto económico, se ha visto un gran aumento en el numero de constructores que buscan proyectar o diseñar este tipo de construcciones y una gran demanda en el mercado por la misma, la propuesta que se está difundiendo para evitar la contaminación es la producción sustentable consiguiendo cambiar las practicas en algunas industrias como tecnología, transporte, alimentación y construcción (Matute María, 2014).

Energía Incorporada y Embebida en los Materiales de Construcción

Los materiales de construcción son cuerpos físicos, con un desenvolvimiento limitado y propiedades específicas, que se ubican o se colocan en orden con su respectiva proporción para formar una obra de infraestructura entre los materiales más comunes tenemos, metales, agregados pétreos, adhesivos, acero y el concreto, las propiedades de un material son las principales particularidades de las reacciones ante las acciones exteriores (Loaiza Nelson y Bautista Juan, 2017).

Los materiales de construcción están compuestos por materia, y dicha materia está formada por elementos y sustancias que el humano no puede apreciar, el estudio de los materiales de construcción está constituido por familias respondiendo a diversos criterios, como su naturaleza, sus diferentes propiedades o sus aplicaciones entre otras, las cuales son expresiones medibles que derivan de su composición atómica y molecular de cada uno de los materiales de tal manera que los materiales se clasifican en cinco familias: metales, cerámicas, polímeros, naturales y compuestos (Navarro David y Lanzón Marcos, 2018).

La elección de materiales y tecnologías para la construcción de edificios debe satisfacer las necesidades que sean sentidas por el usuario, así también como las necesidades de desarrollo de la sociedad, sin causar alteraciones en el medio ambiente, en los últimos años ha crecido la concientización sobre los aspectos medioambientales en la industria de la construcción, para reducir el uso indirecto de energía en un edificio se deben buscar alternativas para los ladrillos, el acero y el cemento o se deben iniciar medidas o técnicas vigorosas de conservación de energía en estos segmentos (Venkatarama Bv & Jagadish Ks, 2010).

La energía incorporada es un mecanismo trascendental del impacto del ciclo de vida de una edificación, un proyecto o edificio es una composición compleja de varios materiales procesados cada uno de estos materiales favorece al total de energía incorporada del edificio, su rehabilitación y su mantenimiento se suman al consumo de energía incorporada.(Gramas, 2014), el factor más esencial para reducir el impacto de la energía incorporada es diseñar edificios con una larga vida útil duradera y aceptable.

Los proyectos sostenibles cuestan aproximadamente entre un 10% y 15% más que una construcción tradicional, pero de la forma en la que se desarrollan las empresas fabricantes, profesionales y materiales comprimirán el costo de la siguiente forma: la reducción del consumo de energía entre un 20% a 50%, su costo de kWh aproximadamente \$279690 este consumo aproximado está relacionado para 1000 metros cuadrados de 22000 kWh, esto generara ahorros en los servicios públicos, un criterio de sostenibilidad de posees la reincorporación o el reciclaje de materiales utilizados para la elaboración del proyecto esto permite que se un edificio menos costoso que el tradicional (Loaiza Nelson y Bautista Juan, 2017).

El diseño sostenible ayuda que los arquitectos e ingenieros desenvolver la práctica de diseñar, construir y manejar nuevas edificaciones con el objetivo final de minimizar su impacto ambiental, con este fin se está adoptando o empleando un software común Building Information Modeling BIM, que se ha empleado a lo largo de estos años herramientas basadas en TI que nos permite tener prototipos digitales, considerar esta herramientas en las primeras etapas del diseño donde se pueden abordar una serie de problemas de sostenibilidad a lo largo de la construcción, desde el inicio de diseño hasta la vida útil como el análisis del ciclo de vida los materiales (Azzi Merced et al, 2015).

Las principales características que deben tener los materiales de baja energía es que deben provenir de fuentes que sean abundantes, renovables deben estar cercar al lugar de la obra, deben proporcionar un porcentaje de material reciclado, que sean valorizables, bajas emisiones y lo principal baja energía incorporada. El localismo es clave para tomar en cuenta los aspectos del lugar y extraerlos del mismo (Specson, 2020).



Fig 10. Ciclo de Vida de los Materiales y de la Construcción
Fuente. (Uberagua, 2020)

La energía incorporada en los materiales se usa con el objetivo de promover el uso eficiente de los materiales de alto impacto energético, el mayor uso de materiales con baja energía y la predilección por usar materiales reciclado que provengan de desechos. Utilizar materiales de bajo consumo energético en la mayor parte del ciclo de vida será o es uno de los mejores indicadores de sostenibilidad, en cuanto a su selección se pueden usar

una serie de muestras, que provengan de fuentes renovables, no deben contaminar, deber ser duraderos y que tengan un coste bajo (Quispe Nicole, 2016).

La primordial fuente natural de energía es el sol, por su acción directa aprovechando la energía solar o de manera indirecta donde forma combustibles fósiles, biomasa y la generación de vientos, otra de las fuentes naturales es la radioactividad de este tipo de fuentes se habla sobre energía nuclear y la energía geotérmica, el ahorro energético tiene el porte real de incidir de forma positiva sobre la demanda mundial de energía. (Molina Peggi & Sabando Maria, 2022)

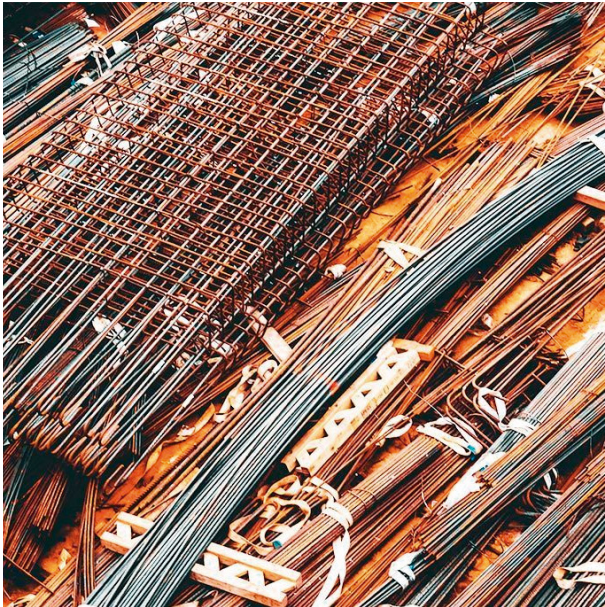


Fig 11. Energía Incorporada en los Materiales de Construcción
Fuente. (KOMMERLING, 2021)

Importancia de la Energía Incorporada en Materiales de Construcción

La selección de edificios de bajo gasto tendrá en cuenta este significativo factor y adoptar una dirección de ciclo de vida más amplio para la evaluación de la energía, absolutamente mirando la energía utilizada para lograr el funcionamiento del edificio no es aceptable, el contenido energético soportado varía considerablemente entre los productos y los materiales de construcción.

El consumo de energía operacional es dependiente de los habitantes u ocupantes, la EI no depende de los ocupantes, la energía esta incorporada en los materiales de construcción. El contenido de la energía incorporada se incide una vez aparte de mantenimiento y renovación, en cuanto a la energía operativa almacena con el pasar del tiempo y esto puede ser influenciado a lo largo de la vida del edificio, según la investigación desarrollada por la CSIRO ha encontrado que una vivienda familiar posee aproximadamente de 1000 GJ de energía incorporada en materiales utilizados para la construcción, esto vale aproximadamente 15 años de uso de energía en operación, para una vivienda o casa que dura 100 años este es más del 10% de energía utilizada en su ciclo de vida (Gramas, 2014).

Se estudiaba hace poco que el contenido de energía de una edificación era pequeño en comparación con la energía manejada en la operación del edificio largo su tiempo de vida, de tal manera se puso mas esfuerzo en la disminución de la energía de operación, optimizando y mejorando la eficiencia energética, la energía incorporada puede ser similar o equivalente a muchos años de energía operativa el factor mas fundamental para reducir su impacto es diseñar o proyectar edificios con una larga vida útil y duradera (Gramas, 2014).

Evaluación de la Energía Incorporada en Materiales de Construcción

Teniendo en cuenta que la energía manejada en la operación de un edificio se puede medir fácilmente, en cuenta la energía incorporada contenida en la estructura es compleja evaluar, este uso de la energía a veces se oculta y solamente se puede cuantificar plenamente a través de un LCA completo, esto depende de los límites que se formen en el proceso de evaluación (Gramas, 2014):

- La energía utilizada para transportar los materiales y los trabajadores a la obra de ejecución.
- La energía incorporada en la infraestructura urbana como drenajes, agua, carreteras y suministro de energía.
- Requisito de energía bruta, Gross Energy Requirement

o GER, es una medida de la verdadera energía incorporada en el material, que lo idóneo sería incluir todo lo anterior y mucho más, en lo práctico eso suele ser poco práctico para la medición.

El CV de la edificación tiene asociada una gran cantidad de energía que es consumida en cada una de sus fases; extracción, fabricación, construcción, uso, mantenimiento y destrucción, esto se basa en un proceso dinámico, donde las decisiones tomadas en una fase condicionan la incidencia en las otras y en el impacto global, los flujos energéticos presentes en el ciclo de vida de un edificio lo podemos identificar en flujos estáticos, que no soportan variación una vez dispuestos y que forman parte del edificio y los flujos dinámicos que están relacionados al uso del edificio, que dependerá de su duración en el tiempo y gestión (Casañas Virginia, 2011).

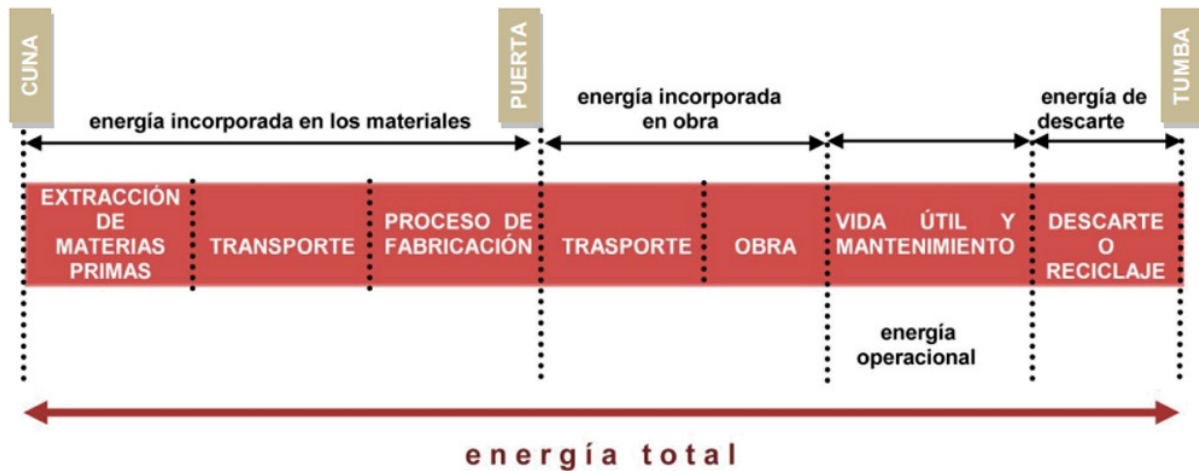


Fig 12. Ciclo de Vida Energético de una Edificación
Fuente. (Rocha, 2016)

En cuanto los requisitos de la energía de procesos, Process Energy Requirement o PER, es una medida de la energía directamente relacionada con la producción del material, este proceso es más fácil de cuantificar, la mayor parte de las cifras correspondientes a la energía incorporada está basada en el PER, esto contiene la energía utilizada en el transporte de la materia prima a la industria, pero la energía manejada para el transporte del final a la obra, el PER representa el 50% a 80% de GER, llegando a una cifra magnífica de un material es poco práctico ya que depende de (Gramas, 2014):

- Eficiencia del proceso de fabricación individual.
- Los diferentes combustibles que se utilizan en la fabricación de los materiales
- Los materiales distancias son transportados.
- La cantidad de producto utilizado y reciclado.

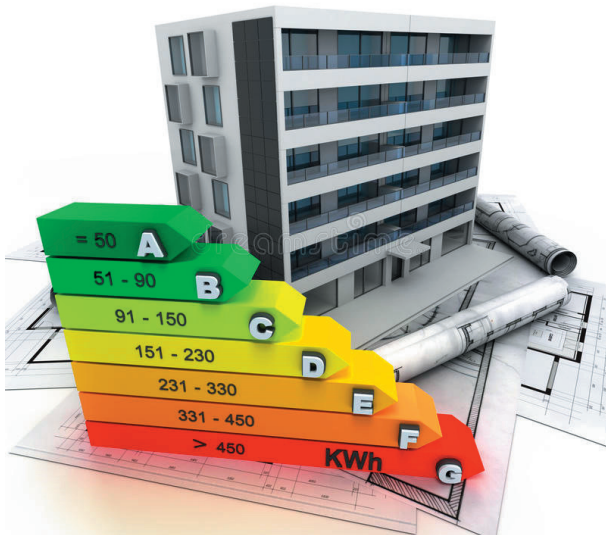


Fig 13. Edificio con Etiqueta Eficiencia Energética
Fuente. (MEIVER, 2020)

- Cada uno de estos componentes varían según el producto o material, el proceso, el fabricante y su aplicación, esto también varía en función de cómo la energía incorporada ha sido evaluada.

La energía de construcción incluye la energía eléctrica manejada o utilizada en herramientas, cada actividad conforma la preparación en el sitio, estructura es instalaciones el montaje mecánico, material eléctrico y su acabado interior. Cada edificación es una compleja combinación de varios materiales procesados, cada una está compuesto por energía total incorporada del edificio, energía requerida para poder extraer y procesar la materia prima para un componente individual, todo se transforma en la parte del costo de la energía incorporada de la estructura terminada (Casañas Virginia, 2011).

El primer consumo energético que debemos tener en cuenta es la energía invertida en la producción de los materiales con los que planificamos para la construcción de nuestras edificaciones, cada uno de los materiales que hemos planificados para la construcción han sufrido un proceso de extracción de materias primas, transporte hacia los centros de transformación, procesos de conformación, transportes hacia los centros de transformación y distribución transporte hacia la ejecución de la obra, cada uno de estos pasos implica un consumo de energía aunque los procesos conocidos como la extracción y transformación con los mas significativos desde el punto de vista energético (Casañas Virginia, 2011).

Las estadísticas para algunos materiales se dan en la siguiente tabla, generalmente cuanto mas altamente procesado un material es la mayor de su energía incorporada, lo fundamental es tener en cuenta las relaciones relativas y alternar de utilizar o manejar materiales que tienen la menor energía encarnada.

El diseño arquitectónico es de suma importancia, pero también son los materiales, en cuestiones energéticas se puede lograr alcanzar un edificio eficiente y confortable, una edificación no solo protege el planeta, también facilita una mayor comodidad para quienes los habiten, si imaginamos un edificio absolutamente como una máquina y hay que reducir energía que necesita esa máquina vamos a lograr la meta de bajar su impacto energético, comprimir la demanda energética de los proyectos de construcción significa que se reducen las emisiones de CO₂ a la atmósfera, de tal manera que la descarbonización de la edificación juega un papel fundamental apuntan desde ética arquitectura (Rocha Víctor, 2016).

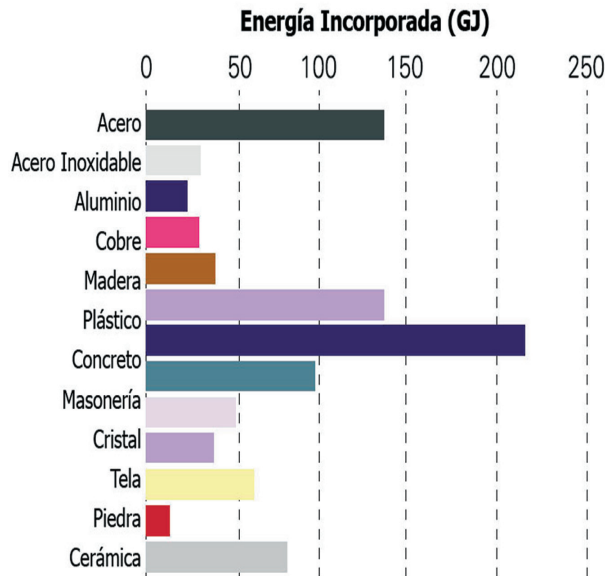


Fig 14. Energía Incorporada en los Materiales de Construcción Unidad de Medida GJ
Fuente. (Gramas, 2014)

La eficiencia energética es la principal meta de las edificaciones sustentables, pero no es la única, los profesionales analizan diversa técnica para poder reducir las necesidades energética de las edificaciones mediante el ahorro energético para poder incrementar su capacidad de capturar la energía del sol o generar su propia energía. La disminución del uso de materiales nuevos desarrolla una disminución en el uso de la energía propia de cada material en su proceso de fabricación, el diseño sostenible explora adaptar antiguas estructura y construcciones para poder responder a sus nuevas necesidades y de tal forma evitar construcciones que partan de cero (Rocha Víctor, 2016).

El desempeño de un edificio depende no solo de la conducta de los elementos individuales, sino cómo funcionan en conjunto, muchos elementos deben tomarse en cuenta para diseñar un edificio como su clima la comunidad, la forma de la construcción y lo más importante su materialidad, lo profesionales como diseñadores necesitan tener en cuenta muchas iteraciones de diseño para poder optimizar todos los factores (Rocha Víctor, 2016).

Hoy la eficiencia energética resulta importante para poder alcanzar los objetivos señalados por el Protocolo de Kioto, que expresa una política energética más razonable o eficiente, colectivamente con la creación de normas internacionales que soy muy necesarias para poder desarrollar nuevos conceptos o propuestas, el uso o el empleo de tecnologías nos permite desarrollar la eficiencia energética debemos tener en cuenta la concientización de los consumidores deben tener un consumo más responsable de la energía, en Ecuador ya disponen de normas para la eficiencia energética en edificios; como la INEN, NTE INEN 2567, NTE INEN-ISO 13790, Ecuador continua con el desarrollo de aceptación de más normas internacionales. (International Energy Agency, 2017).

Para desarrollar una apreciación energética de un edificio se utilizan varios indicadores que nos ayudan a explicar si una edificación se comporta de manera correcta en cuanto su eficiencia energética esto nos facilitara las acciones que debe seguir para mejorar el comportamiento energético, los principales indicadores que se utilizan para la calificación energética de un edificio son las siguientes; el gasto durante el año en lo que se describe a energía primaria no renovable y lo emitido durante el año de Co2 (Muñoz Mercedes, 2021).

La reutilización de materiales de construcción economiza aproximadamente el 95% de la energía incorporada, algunos de los materiales de construcción como ladrillos y tejas sobrellevan perdidas por perjuicios hasta el 30% en su reutilización, en cuanto a la conservación o ahorro de reciclaje de materiales para el proceso transformar considerablemente con ahorros de hasta un 95% de aluminio, algunos de las reprocesamientos pueden generar más energía, sobre todo si están implicadas las distancias extensas de transporte (Gramas, 2014).

La energía incorporada a un material es la cantidad de energía que se requirió para producirlo, esto circunscribe la energía del combustible utilizado, sin embargo algunos productos o materiales tienen una EI relativamente menor cuando su extracción y su transformación se desarrollan a través de procedimientos poco mecanizados o cuando son reciclados, por ejemplo el aluminio reciclado tiene aproximadamente el 10% de la energía incorporada con referencia al que se fabrica o se desarrolla a partir de la extracción de mineral bauxita, de igual manera el acero reciclado tienen el 20% de EI del acero desarrollado con minerales naturales (González Alleck y Guerrero Luis, 2021).

La energía incorporada es el importe de energía directa e indirecta necesaria para desarrollar bienes y servicios,

en cuanto a la energía directa se describe al proceso de su fabricación, la indirecta es absorbida por la minería, la EI o energía incorporada, los materiales de construcción representa una trascendental aportación a la energía total consumida por los edificios, la energía incorporada en los materiales depende del desarrollo de fabricación, la disponibilidad de materia prima en los alrededores, debemos tener en cuenta su eficiencia de la producción y la cantidad de material utilizado en la construcción (Quispe Nicole, 2016).

Un indicador práctico que se puede manejar para cuantificar la energía incorporada y poder facilitar un análisis y evaluación semejante de las prácticas de construcción es la intensidad de energía incorporada, este indicador se calcula como la energía primaria incorporada no renovable del edificio por unidad de superficie MJ/m², el proceso de cálculo inicia con la recopilación de una lista de materiales que detalle las materias primas (Dascalaki Elena et al., 2021).

La energía incorporada también se la conoce como la suma de toda la energía necesaria para generar cualquier bien o servicio, teniendo en cuenta como si la energía estuviera incorporada en el producto mismo, nos puede ser de ventajoso para determinar la eficacia de los dispositivos que desarrollan o ahorran energía, o el valor de reemplazo real de un edificio ya que los insumos de energía generalmente implican emisiones de gases de efecto invernadero conocido como el CO₂, el propósito fundamental para medir esta cantidad es comparar la cantidad de energía producida o ahorrada por el beneficio en cuestión con la cantidad de energía consumida en su producción (Daza Pablo, 2010).

La EI es una técnica de contabilidad que tiene como objetivo analizar la suma total de la energía necesaria para

todo el ciclo de vida del material, establecer que en global este ciclo de vida incluye analizar la relevancia y el alcance de la energía en la extracción, transporte y fabricación, montaje, instalación, desmontaje, deconstrucción, la descomposición de las materias primas, así como los recursos humanos y secundarios (Daza Pablo, 2010).

Densidad Energética

La densidad energética es la cantidad de energía que puede acumular en un sistema, sustancia espacio o región, la densidad se puede medir en energía por volumen por masa, cuanto mayor sea la densidad de la energía de un sistema o material, mayor será la suma o cantidad de energía almacenada. Un material puede liberar energía en cuatro tipologías de reacciones como la nuclear, la química, eléctrica y la electroquímica, cuando se determina o se calcula la cantidad de energía de un sistema, frecuentemente solo se mide la energía útil o extraíble, la densidad de energía se suele denotar por U. La densidad de energía se expresa de dos formas; (Rojas Luisa, 2021)

-Densidad energética volumétrica: Este tipo de densidad la cantidad de energía que posee un sistema en comparación con su volumen, se expresa en vatios por litro Wh/L o Megajulios por litro MJ/L.

-Densidad energética gravimétrica: Es la cantidad de energía que contiene un sistema en paralelo con su masa, se lo expresa en vatios hora por kilogramo Wh/kg, o Megajulios por kilogramos MJ/kg, la densidad energética gravimétrica se lo puede llamar energía específica.

En cuanto a las unidades típicas de energía incorporada se utilizan MJ/KG, megajoules de energía suficiente para producir o fabricar un kilogramo de producto, CO2 son las toneladas de dióxido de carbono generada por la energía necesaria para producir un kilogramo de produc-

to, la conversión de MJ en CO2 no es fácil porque distintos tipos de energía como petróleo, eólica, nuclear, solar entre otras exponen diferentes cantidades de dióxido de carbono, en cuanto a la cantidad real de dióxido de carbono emitida cuando se elabora un producto dependerá del tipo de energía que se esté usando en el proceso de manufactura (Daza Pablo, 2010).

La mayor parte de enfoque para optimizar la eficiencia energética en las edificaciones se ha centrado o enfocado en las emisiones operativas, se aprecia que aproximadamente alrededor del 30% de toda la energía consumida a lo largo de su vida útil de la edificación puede estar en su energía incorporada dicho porcentaje puede variar en función de factores como la edad de la edificación el clima y principalmente los materiales, En años pasado el



Fig 15. Materiales Sustentables en la Construcción
Fuente. (Conexion EXPOCIHAC, 2021)

porcentaje era menor sin embargo se ha puesto mucho énfasis en la disminución de las emisiones operativas, la contribución de El ha entrado mucho más en juego, es fundamental emplear un marco de contabilidad de carbono para todo el ciclo de vida al analizar las emisiones de carbono en los edificios (Matute María, 2014).

Al medir la energía incorporada de un insumo o de un material en particular, debemos de tener en cuenta que estamos relacionados con muchos tipos de energía, como lo es la térmica la calórica, y la eléctrica todas son fundamentales para lograr obtener el producto, para lograr llegar a único valor es muy importante convertir todos estos tipos de energía en una cuantía equivalente que sea de fácil interpretación para su respectivo uso, se usaran diferentes factores de conversión para lograr convertir las posibles unidades de energía en kilowatts por hora en la tabla se identifica los valores a utilizar (Muñoz Mercedes, 2021).

Energía Eléctrica [kwh] (*)		
Energía Calórica	1 [kcal]	0,001163
Energía Combustible	1 [lt petróleo]	10,00
Energía Térmica	1 [GJoule]	277,78

Fig 16. Tipos de Energía usada en la Producción de Materiales

Fuente. (Quispe, 2016)

El certificado de eficiencia energética en su etiqueta energética, el consumo se expresa en kWh/m² año que se traduce como kilo watios hora metro cuadrado, esto nos permite saber el gasto o el consumo que genera el material además nos permite saber cuánto se gasta en calefacción. La El puede alterar mucho de un material a otro por ejemplo tenemos un aislante convencional

como el poliestireno este material llega a consumir en su proceso de extracción 32.5 kWh/kg sin embargo un aislante natural como el corcho puede consumir 0.8kWh/kg (Quispe Nicole, 2016).

Los materiales de bajo impacto energético deben repercutir en ahorro de energía, reducción de la contaminación que se encuentra asociada algunos materiales y el consecuente proceso de mejorar la calidad de vida y salud del usuario, un material sostenible es aquel que se encuentra comprometido con el medio ambiente esto quiere decir que puede ser reciclado o natural que no contengan elementos super tóxicos y en cuanto a su ciclo de vida presente una reducción en sus recursos (Solterpalau, 2020).



Fig 17. Valores Estándares del Eco Indicador

Fuente. (Quispe, 2016)

Entre los materiales de construcción que poseen potencial importante de reciclado y de baja energía se encuentra: la mampostería en la forma de escombros triturados, madera de diferentes secciones de techos, pisos y paneles, pinturas naturales, existen numerosos materiales de bajo impacto energético para la construcción, sus procesos empleados para obtenerlos y colocarlos deben serlo. (Solerpalau, 2020).

Existen certificaciones internacionales que nos pueden ayudar a medir diferentes indicadores sostenibles como es la energía, una de las certificaciones más importantes tenemos la certificación EDGE, es un sistema de certificación de construcción sostenible que se encarga de ejecutar edificios más eficientes, permite a la comunidad de arquitectos y propietarios de proyectos valorar los costos de incorporar opciones de ahorro en energía en los edificios, esta herramienta ayuda a los desarrolladores y empresas constructoras fácilmente de identificar las formas más efectivas de reducir la energía y recursos en los materiales de construcción, estas estrategias son compuestas en el diseño del proyecto verificadas por un auditor EDGE y certificados por GBCI (EDGE, 2020).

EDGE nos demuestra la siguiente generación de edificaciones puede lograr hacer más rentables con una mejor huella de carbono, para lograr la calificación para la certificación, el edificio debe lograr una reducción del 20% en el consumo de energía y agua y energía incorporada en los materiales en comparación a un edificio tradicional, EDGE trabaja con una variedad de edificios residenciales y comerciales, permite a los constructores mejorar los diseños de forma medible, gracias a su rápido y económico proceso de certificación, EDGE apoya a los desarrolladores a conservar el lanzamiento que requieren para estar a la vanguardia a la tendencia en construcción verde (EDGE, 2020).

En Quito se observa un progreso creciente de la construcción sostenible en los edificios, evidenciándose por el incremento del interés público y por el levantamiento de proyectos de mejor desempeño ambiental, la propuesta de normativa para las edificaciones en Quito puede ser la primera base técnica para situar la construcción sostenible en edificios localmente, LEED ha demostrado ser una herramienta útil en la implementación de prácticas de construcción sostenible de edificios en otros países, no obstante estos no son aprovechados en el Ecuador por las variaciones regionales ambientales, normativas, tecnologías y culturales, los requisitos principales para la eficiencia energética son generar menos emisiones de gases de efecto invernadero y depender más de las fuentes energías renovables para la sostenibilidad del futuro (Daza Pablo, 2010).



Fig 18. Construcción Sostenible y la Certificación EDGE
Fuente. (EDGE, 2021)

BIM y la Sostenibilidad

Primero debemos entender que es el BIM como las siglas lo dicen significa Building Information Modeling, es una metodología de trabajo que se incorpora todos los agentes implicados en la creación y gestión de un proyecto de construcción, un edificio que se encuentra modelado con BIM nos aporta o nos da muchos beneficios al momento de obtener un certificado como los son el LEED, BREEAM O el WELL .

Esta metodología nos permite controlar y prever aspectos que se encuentran relacionado con la eficiencia y la sostenibilidad de la edificación, el BIM nos puede aportar grandes ventajas al momento de calcular el tiempo de ejecución y el ciclo de vida de la obra o construcción, gracias a su gran cantidad de información que nos brinda y dispones de cada material y modelo detallado nos permite realizar evaluaciones para comprobar la eficiencia energética (ASIDEK, 2020).

Cuando hablamos de la sexta dimensión del BIM conocida como la 6D, no solo se basa en conceptos con la construcción sostenible o el ahorro energético sino también se habla o se relaciona con la optimización y ahorros en los sistemas constructivos como los estructurales y como las diferentes instalaciones que permitan grandes ahorro económicos, además nos permite evaluar el impacto ambiental de la edificaciones a lo largo del ciclo de vida del mismo.

Esta metodología nos permite desarrollar varias versiones de un mismo proyecto que estamos diseñando esto nos permitirá comparar los resultados, realizar optimizaciones y tomar las mejores decisiones acorde a los objetivos y estrategias de sostenibilidad todo esto de manera rápida, precisa y eficiente con el objetivo de optimizar la calidad de los proyectos y mejorar sus procesos. La me-

todología te permite el trabajo en conjuntos y en tiempo real con todas las ramas y profesionales, desde el diseño a la demolición (ASIDEK, 2020).

Usar la metodología BIM encaja perfectamente con la ideología de la construcción sostenible, actualmente los diferentes profesionales de la construcción estas aprovechando este método y están sacando muchas ventajas del proceso BIM al incorporar recomendaciones operativas y mantenimiento a largo plazo con el medio ambiente en los proyectos finalizados, la tecnología y la digitalización es uno de los factores claves para poder facilitar la arquitectura sostenible, económica, social y ecológica. Las decisiones tomadas o planificadas en las primeras etapas representan aproximadamente el 80% del impacto ambiental final de la edificación y de los costes de

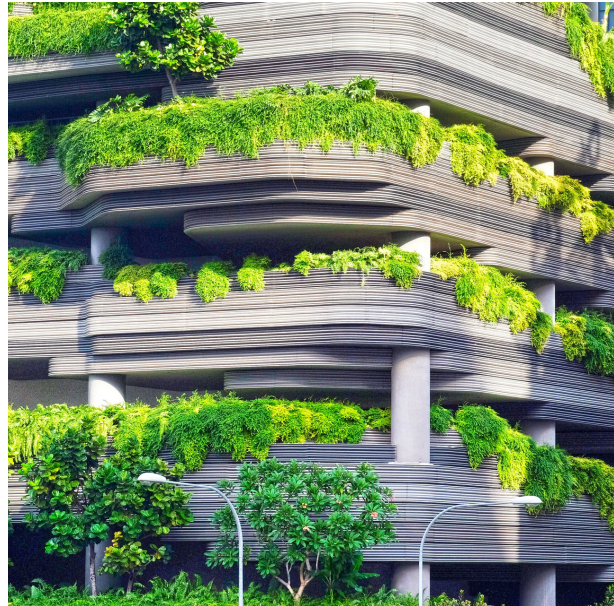


Fig 19. Sostenibilidad digitalización mediante la metodología BIM Fuente. (EDITECA, 2020)

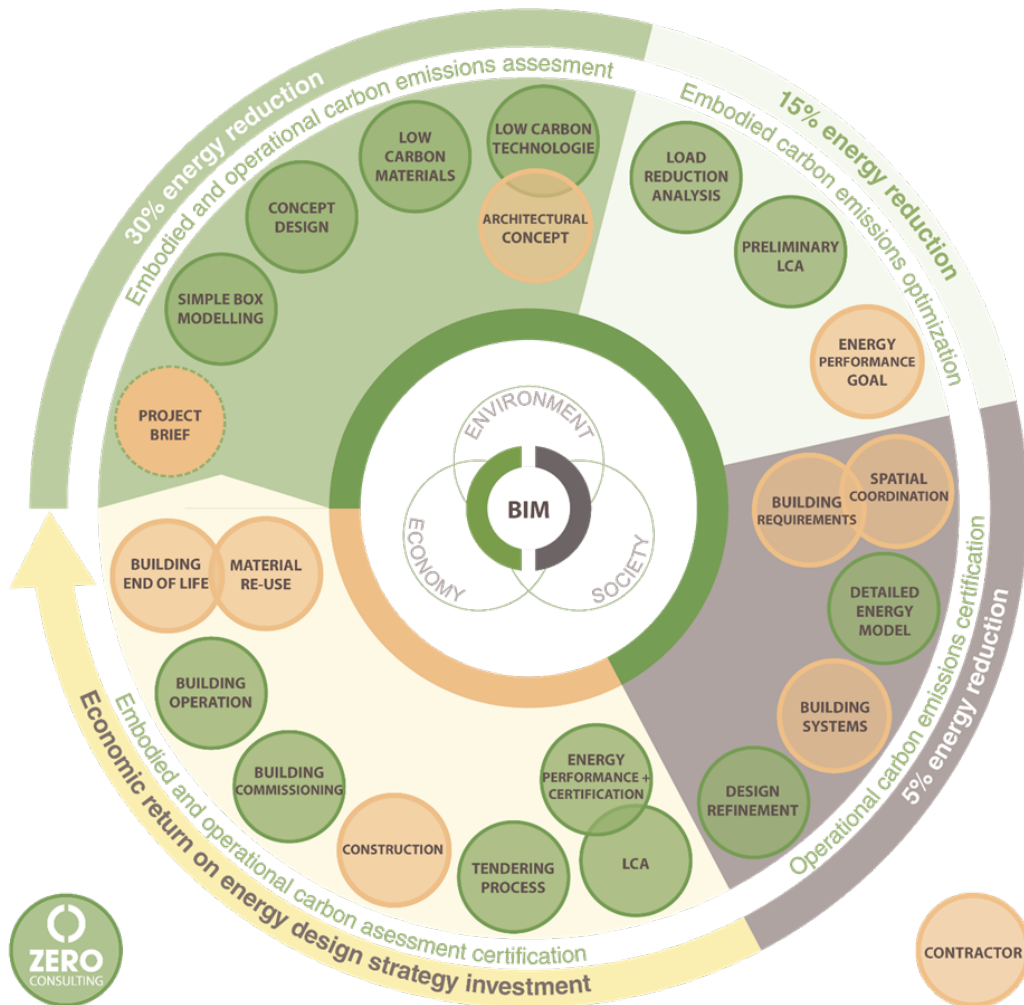


Fig 20. La Arquitectura BIM 6D
Fuente. (Zero Consulting, 2021)

Características de los Materiales Alternos en la Construcción

Características Material La Madera

La madera de los troncos se la puede manejar de diferentes formas o maneras; chapas finas, en forma de láminas, y como macizo para ser usado en las diferentes construcciones, otra de sus grandes beneficios en la industria química es la obtención de la celulosa y la nitrocelulosa, este tipo de material es de origen vegetal es de tipo biológico se caracteriza por su gran porosidad y su alta resistencia en correlación a su peso, estas propiedades la hacen totalmente diferente a otros materiales de construcción (Aguilar & Guzowski, 2021).

La madera es extraída de los árboles que pueden crecer de manera individual o de forma grupal dando como resultado o lugar al bosque, los bosques es un conjunto vegetal, tanto los bosques nativos como los implantados pueden ser homogéneos o heterogéneos, necesitando ello si están formados por una única especie arbórea como las plantaciones industriales como los árboles de eucaliptos o también como múltiples especies como la selva o bosques subtropical, el objetivo o el enfoque principal de la explotación de los diferentes bosques es aprovecharlos de forma comercial mediante la extracción de los troncos de los árboles, el proceso inicia con la identificación del árbol dependiendo para su uso después con su correspondiente tala comúnmente se lo hace con motosierra (Aguilar & Guzowski, 2021).

La energía utilizada para la fabricación y producción de la madera es totalmente nula, ya que el árbol utiliza la energía del sol que realiza la función clorofílica, el consumo de energía en el desarrollo y transformación de la madera es muy mínimo cuando se compara como materiales como el acero, cemento y

aluminio, una tonelada de madera llega a consumir aproximadamente 430 Kwh, en cuanto una tonelada de acero consume 2.700 Kwh (Aguilar & Guzowski, 2021).

El proceso de obtención de la madera es el siguiente primero se realiza la tala del árbol en bosques ya identificados segundo se podan con motosierras después se lo transporta para llevar a cabo la operación es descortezado y tronzado en tamaños dependiendo el uso que se vaya a dar el siguiente paso es el secado este paso es muy importante dependiendo del tipo de empleo y finalmente el cepillado paso en este paso se eliminan las irregularidades y se le da un correcto acabado a la madera con las medidas adecuadas.



Fig 21. Procesos en la Producción de Madera
Fuente. (Giuseppe, 2018)

La madera es extraída de los bosques de las provincias de Orellana, Pastaza y Sucumbíos, Ecuador busca asegurar o conservar la sostenibilidad de los diferentes bosques en el contexto de las leyes, la obtención de los permisos para desarrollar el aprovechamiento forestal sobrelleva algunos costos fijos, principalmente el rubro de pie de monte que tiene un valor de 3 USD por m3. El proceso de secado para ser utilizada la madera puede durar alrededor de los 4 meses para contenidos de humedad de 20% al 14% (Mejía, 2013).

La mayor parte de venta de la madera se realiza como madera aserrada para ser transportado el material la madera es colocada en camiones conocidos como mulas, este proceso o la transportación puede costar

alrededor de \$ 10 000 por camión, la actividad de extracciones forestales necesita muchas manos de obra intensiva, por este motivo representan los costos más altos y esto se convierte en un factor limitante para la extracción, se aprecia que en promedio para poder legalizar un m3 de madera en la zona de estudio se requieren entre 12.3/m3 y 6.8/m3 USD (Mejía, 2013).

Actualmente existen intermediarios que son amos de depósitos y aserraderos que se benefician directamente y realizan la venta de la madera procesada local o externamente a los diferentes negociantes más importantes o más grandes en ciudades como Guayaquil, Quito, Huaquillas y Ambato, la madera aprovechada en los bosque nativos que es de origen de la región de la Costa y Amazonía, lo que simboliza o representa el 12% del total a nivel nacional (Aguilar & Guzowski, 2021).

Tabla 3. Principales Orígenes, Tipos de Bosque y Destino de la Madera Lugar Tipo

Lugar	Tipo de bosques	Transformación primaria	Industria primaria	Industria secundaria	Mercado
Amazonía Norte (Sucumbios y Orellana)	Bosque nativo	Madera aserrada	Aserradero (local- nacional) Acopio local	Carpintería, mueblería, fábrica de escobas	Consumo local- nacional. Frontera Colombia- Perú
		Madera rolliza	Industria de contrachapados	Carpintería, mueblería, fábrica de escobas	Bodega consumo nacional Puerto
	Plantaciones y árboles de SAF, formaciones pioneras	Madera rolliza	Industria de contrachapados Aserradero de balsa Fábrica de <i>pallets</i> Aserradero depósito (local- nacional)	Industria de artesanías Bodega ensambladora	Puerto
		Madera aserrada	Fábrica de <i>pallets</i> Aserradero depósito (local- nacional)	Bodega ensambladora Carpintería mueblería	Consumo local- nacional
Amazonia Centro (Napo y Pastaza)	Bosque nativo	Madera rolliza	Aserradero de balsa (fijo – portátil) Industria de contrachapado Fábrica de caja de fruta (Pigüe) - fábrica de <i>pallets</i> Aserradero depósito (local- nacional)	Bodega ensambladora	Consumo nacional
		Madera aserrada	Aserradero depósito	Carpintería mueblería	Consumo local- nacional
	Plantaciones y árboles, Formaciones pioneras	Madera aserrada	Aserradero depósito Fábrica de caja de fruta (Pigüe) -fábrica de <i>pallets</i>	Carpintería mueblería	Consumo local- nacional
Amazonía Sur (Morona Santiago- Zamora Chinchipe)	Bosque nativo	Madera aserrada (transporte por río - terrestre)	Aserradero (local- nacional)	Carpinterías mueblerías Fábrica de escobas	Consumo local- nacional Frontera Colombia - Perú
		Madera rolliza (transporte por río- terrestre)	Industria de contrachapado Industria del mueble		Consumo local- nacional

Fuente. (Mejía, 2013)

Características Material Cañamo (Bloques)

El cáñamo como material usado en la construcción es un beneficio ecológico sin ningún prototipo aditivo que no es dañino para la salud, la utilización de este tipo de material impide el empleo de materias primas que sean nocivas para el medio ambiente y cuanto a sus residuos con fácilmente reciclables, con las fibras de este material y una mezcla de mineral y de tierra su puede llegar a construir bloques y ladrillo que tienen buena resistencia y un correcto aislante térmico y acústicos, estas características nos permite general nuevos materiales para poder reforzar el aislamiento en viviendas y en edificaciones o también es utilizado para desarrollar tubería, con la extracción del aceite se puede hacer pinturas naturales (Salas, 2015).

En cuanto a sus fibras se caracteriza por ser una de las más perdurables, suaves y resistentes, algunas de las fibras son utilizadas como componentes del cemento, este tipo de material nos permite desarrollar bloques de cáñamo que nos permite garantizar la sostenibilidad a largo plazo en cuanto a su montaje es de forma rápida y sencilla, la construcción con este tipo de bloques nos ayuda a tener proyectos pasivos con muy bajo consumo energético (Salas, 2015).

A pesar de que la fabricación del material ha generado grandes avances en los últimos años sin embargo no hay suficiente conciencia en los gobiernos y autoridades públicas sobre su gran importancia, otra de sus grandes características tiene un efecto protector de los materiales ante radiaciones electromagnéticas, según expertos nos hablan que el cáñamo tiene la cavidad de remplazar prácticamente cualquier material derivado u originado por el petróleo, este material se puede cultivar sin necesidad de pesticidas captura alrededor de 22 toneladas de carbono atmosférico por hectárea, es un

material muy poderoso porque puede controlar la erosión y remediar tierras no productivas (Salas, 2015).

Para el proceso de fabricación se deben seguir 4 pasos que son muy relevantes el primer paso se basa en la mezcla de materias primas como lo es el cáñamo, agua y cal estos son mezclados con medidas ya determinadas por profesionales, el segundo paso se basa en la conformación aquí se moldea el hormigón de cáñamo a través de prensas que nos permite obtener el bloque con espesores de entre 6 y 30 centímetros, el tercer paso es el curado se los lleva a una máquina para que se endurezcan para su posterior manipulación este secado no es necesario la cocción y por último paso es la paletización este paso es de suma importancia aquí los bloques pueden ser manipulados para un control de calidad se los lleva para que sean paletizados después de esto se los prepara para su periodo de secado al aire libre esto puede tardar entre 6 y 10 semanas (Salas, 2015).

La industria del cáñamo aumenta a un ritmo de 30% por año y esto se ha duplicado en los últimos años, en el 2025 se cree que bordea los 145.000 millones de dólares, actualmente en el Ecuador existen algunos invernaderos que se localizan en Tabacundo, Pichincha donde se encuentran los primeros cultivos formales y legales de este tipo de material.

Este tipo de material se lo extrae de plantas en cuanto a su ciclo de vida es de aproximadamente de 90 días en interior y 130 días en exterior en cuanto a su maduración de semillas requiere 170 días, con la incorporación de materiales vegetales en la construcción podemos proteger el medio ambiente este tipo de material nos ayuda absorber el CO2 en su ciclo de vida , conjuntamente evita la sobreexplotación de los recursos naturales los niveles muy altos de gastos energéticos en cuanto su producción (Salas, 2015).

Las principales técnicas o métodos constructivos desarrollada a partir del cáñamo se clasifican en; bloques y acabados, el famoso prensado de cáñamo y cal, proyectado vertido y los hormigones de cáñamo cal. En cuanto a las características más destacadas el tallo del cáñamo es libre de albúmina esto quiere decir que son muy resistentes a los diferentes parásitos, una hectárea de cáñamo puede generar mucha fibra útil como cuatro de árboles o dos de algodón en cuanto a su aglomerado puede resistir el doble del material de madera y sujeta de mejor forma los clavos, es un material muy versátil que se lo puede usar en diferentes actividades en la construcción como en paredes, suelo y techos para la unión de estas piezas se las debe realizar mediante productos naturales en cuando a la edificación debe estar construido en madera o en acero (Salas, 2015).



Fig 22. Construcciones Basadas en el Cáñamo
Fuente. (CANNAUS, 2021)

Características Material Adobe

El adobe es un material conocido como tecnogénico esto quiere decir que tiene relación con la naturaleza ya que es generada o producida por ella, se caracteriza por poseer propiedades mecánicas como bajo costo, extensa disponibilidad, posee gran ahorro energético al momento de la obtención y de la fabricación para ser usada en la construcción, tiene componentes biodegradables que se lo puede usar en diferentes procesos, el adobe no requiere de altas temperaturas para manufacturar se caracteriza por no poseer sustancias tóxicas en cuanto a su obtención es de muy bajo impacto ambiental no es necesario deforestar para poder obtenerlo se puede reintegrar fácilmente a la naturaleza al terminar su ciclo de vida (Sornoza et al., 2022).

En cuanto a sus características de inercia nos generan un buen confort térmico ya sea de calentar o de enfriar el espacio, es económicamente posible de adquirirlo, el proceso de fabricación o elaboración de este material se inicia con la mezcla de cuatro tipos de tierras como lo está la fina, arenosa, gruesa y cerosa, para poder ser utilizada se la debe dejar alrededor de tres meses en reposo, después de dejar en reposo en un pozo con agua se bate el barro con ayuda de una yunta esto se junta a dos toros, después de unos cuatro días el material está listo se debe añadir paja para llevarlo a una adobera que permite moldear, alrededor de un mes siempre dependiendo del clima el adobe está listo para ser llevado y usado en la construcción al finalizar el secado se apila (Sornoza et al., 2022).

El adobe se lo elabora con materias primas mezclando la arcilla, arena y agua se la añade un elemento que permite a los esfuerzos de corte como lo es la paja, esta mezcla es dispersada en moldes de madera en forma de bloques y son secadas de forma natural son expuestos al sol, debemos tener en cuenta que no cual-

quier tierra es la óptima para la producción y fabricación del adobe, sin embargo siempre debemos tener en cuenta que se debe hallar en lugares apropiados, la tierra posee porcentajes que son adecuados para la elaboración 15% de arcilla el 70% de arena con esto se puede realizar pruebas empíricas (Sornoza et al., 2022).

El valor del adobe está bordeando \$ 1.00, sin importar el tamaño este material se fabrica de 55 cm por 25 cm con un espesor de 14 cm, existen varios tamaños que son usados en diferentes formas en la construcción por ejemplo hay uno con dimensioe de 40 por 20 cm y de grosor de 20 cm que se los utiliza para poder levantar paredes trabadas, en cuanto a su rendimiento semanal se producen 500 adobe, una edificación en adobe puede llegar a durar hasta 200 años, la mayor fábrica de este material se encuentra en la comunidad de Sigchos que pertenece a la parroquia de Sinincay (Sornoza et al., 2022).

Según la normativa el bloque de adobe de tener una forma rectangular y debe poseer un largo igual a dos veces su ancho, la altura del bloque debe estar entre 0.08m y 0.12m, siempre se deber cernir la tierra antes de la producción y siempre someterla a un proceso de hidratación alrededor de 48 horas. Los bloques de menor tamaño están valorados a \$ 0.50 y los grande a \$ 1.00, otras de sus grandes características el adobe es un material áspero y muy duro que puede llegar a resistir cualquier tipo de mal uso la cal es el que le aporta mayor durabilidad al material, una de las desventajas del adobe como material de construcción es un material higrófilo este tiende absorber la humedad de la atmosfera cuan el aire se encuentra saturado esto hace que el material pierda su resistencia a los esfuerzos (Sornoza et al., 2022).

El adobe e cuanto a su resistencia en compresión es muy baja puede bordear de 3 a 5 kg/cm² cuando se encuentra seca se puede decir que los esfuerzos de tracción son

nulas, esta técnica de adobe no solo se usa en edificaciones o casas sino también es empleado en espacios de arquitectura moderna un claro ejemplo tenemos las zonas urbanas de Cuenca, el adobe es un tipo de técnica que tiene como materia prima la tierra y la paja, las piezas de adobe se las une con una mezcla de cal y arena o solo con barro para poder conservar este tipo de construcciones con material de adobe las paredes exteriores se recubren con una manta de barro mezclada con paja, una de las empresas más reconocidas de venta de este material en Quito se llama Constructora Ecológica Novadobe (Sornoza et al., 2022). El adobe nos brinda la propiedad de aislamiento acústico mitiga el nivel sonoro de la aparte interna de la vivienda o del espacio, la pertenencia de no inflamabilidad retrasa la combustión y el punto de ignición presente ante un siniestro.



Fig 23. Producción de Adobe para la Construcción
Fuente. (Correo del Sur, 2016)

Características Material Bambú

El bambú es considerado el futuro de la construcción eco sostenible en el Ecuador existen al menos 14000 especies de este material que se clasifican en 90 géneros, el bambú se caracteriza por tener una alta resistencia contra los insectos, para poder tener o contar con bambú de excelente calidad es de suma importancia contar con cañas maduras por que brinda gran resistencia y tiene menor contenido de humedad, al usar cañas no muy madura puede generar fisuras y puede generar el colapso total de la construcción, en cuanto a la calidad de la edificación y construcción inicia con la elección de las cañas que se van a utilizar, la habilidad de corte es importante para poder asegurar un correcto abastecimiento de cañas de calidad para la construcción (Morán, 2015).

Este tipo de material se las conoce como plantas de rápido crecimiento ya que pueden llegar alcanzar 1 m de crecimiento en menos de 24 horas permitiendo una gran demanda en la competencia del mercado de la construcción, el valor del bambú se lo puedo encontrar desde \$ 0.50 el metro lineal sin tratar, en caso que el bambú sea tratado puede duplicar su valor.

El proceso para la obtención del bambú tiene varios pasos el primer paso es la selección en este paso se debe elegir las cañas que están bastante madura se debe cuidar de los plantones una vez realizada la selección el siguiente paso es el corte esto se debe realizar en menguante lunar preferiblemente en las medias noches en épocas frías es más próspero, se debe cortar entre el primer y segundo nudo, el tercer paso es el curado se debe dejar las cañas en un lapso de 15 a 20 días en el sitio de corte se deben mantener de forma vertical para que no se deformen, después se las transporte se debe tener cuidado al transportarlas al lugar de inmunización para evitar fisuras y rajaduras (Morán, 2015).

El bambú lo podemos encontrar distribuidas en las cuatro regiones naturales a nivel nacional desde el nivel del mar hasta los 4.300 msnm, a nivel nacional posee 600 026 hectáreas sembradas con bambú, en la región de la Costa podemos encontrar la mayor parte con 66.5% en el Oriente el 23% y en la región de la Sierra con el 10%, si tiene un tratado de calidad la vida útil del bambú en construcción tiene un promedio de más de 100 años de vida, cuanto a su coste como materia prima es muy bajo comparado a los materiales tradicionales pero se necesita de mano de obra calificada para su correcta instalación y aplicación en las edificaciones (Morán, 2015). Puede capturar cantidades de CO2 otra de sus ventajas es que puede producir más oxígeno que la mayor parte de los árboles.

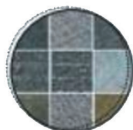


Fig 24. El bambú solución a la contaminación por la construcción
Fuente. (Obras, 2020)

Materiales de construcción tradicionales

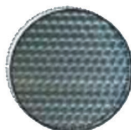
Materiales industrializados utilizados en las construcciones tradicionales.

Generalmente están asociados a altos valores de energía incorporada debido al proceso de producción.



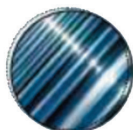
Hormigón

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 10,10 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: NO



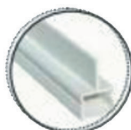
Aluminio

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 191 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: NO



Acero

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 32 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: NO



PVC

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 66 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: NO



Cerámica

e+ Materia prima: ++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: +
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 2,5 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: SI



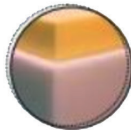
Poliestireno

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 117 MJ/Kg
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: NO



Piedra

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 5,9 MJ/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: SI



Poliuretano

e+ Materia prima: +++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 72,2 MJ/Kg
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: NO

Materiales de construcción alternativos

Elementos naturales que presentan baja energía incorporada capaces de sustituir a los materiales de construcción tradicionales.



Madera

e+ Materia prima: ++
e+ Producción: +++
e+ Transporte: +++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: ++
Energía incorporada: 492 Wh/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: SI



Cascara de arroz

e+ Materia prima: +
e+ Producción: +++
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: ++
Energía incorporada: -
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: SI



Paja

e+ Materia prima: ++
e+ Producción: +
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: ++
Energía incorporada: -
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: SI



Corcho

e+ Materia prima: ++
e+ Producción: ++
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: ++
e+ Mantenimiento: ++
Energía incorporada: 837 Wh/Kg
Posible reutilización: SI
Presencia en el contexto: NO



Barro

e+ Materia prima: +
e+ Producción: +
e+ Transporte: +
e+ Colocación: +
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: -
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: SI



Lana

e+ Materia prima: +
e+ Producción: +
e+ Transporte: +
e+ Colocación: +
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 664 Wh/Kg
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: SI



Caña

e+ Materia prima: +
e+ Producción: +
e+ Transporte: ++
e+ Colocación: +
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: -
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: SI



Cañamo

e+ Materia prima: +
e+ Producción: +
e+ Transporte: +
e+ Colocación: +
e+ Mantenimiento: +
Energía incorporada: 252 Wh/Kg
Posible reutilización: NO
Presencia en el contexto: NO



Referentes de Estudio

Proyecto BEDZED Beddington Zero Energy Development Arq. Bill Dunster

Proyecto reconocido internacionalmente, situado en Wellington, Sutton (Londres). Este proyecto precursor de arquitectura sostenible presume todo un esquema de medidas pasivas y de eficacia energética que han dado por derivación una edificación que domina drásticamente las emisiones de CO₂. El complejo se dispone de siete bloques distribuidos longitudinalmente con orientación este-oeste. Las viviendas se distribuyen en tres módulos habitables de una cama, apartamentos de dos camas y dúplex de tres camas, orientadas todas al sur, donde se colocan las terrazas en planta baja para los apartamentos y dúplex situados a nivel de suelo, extendiendo de este modo la ganancia solar (Matute María, 2014).

Orientación, uso de materiales reciclados y reutilizados, energías renovables, beneficio del agua, movilidad sostenible, cubiertas ajardinadas, uso de la industria local y chimeneas de viento son algunas de las diversas medidas adoptadas. El conjunto alcanza ahorros del 45% en el consumo energético y del 81% en agua caliente. Las chimeneas, dirigen el viento y recuperan el aire cálido, así como la ganancia solar pasiva impidiendo los desgastes térmicos por infiltración comprimen las necesidades de calor, Gracias a estas medidas la temperatura media cuando las viviendas están ocupadas no baja nunca de los 18 grados centígrados (Matute María, 2014).

Los residentes de BedZED ponen de tarifas de consumos de agua diferenciadas, según se trate del consumo para usos frecuentes o del consumo de aguas grises y negras ya que estas son recicladas y tratadas para su posterior uso.



Fig 25. Proyecto BEDZED Arq. Bill Dunster

Fuente. (Quispe, 2016)

- Valorar el ecosistema sobre el que se asienta para obtener el mayor rendimiento con el menor impacto.
- Utilizar sistemas energéticos que fomentan el ahorro.
- Trabajar con materiales de construcción reciclados y que no produzcan desechos tóxicos.

- Promover el reciclaje y la reutilización de los residuos.
- Mejorar la movilidad.



Fig 26. Proyecto BEDZED Arq. Bill Dunster
Fuente. (Quispe, 2016)

Banco Centroamericano de Integración Económica Arq. Bruno Stagno

El Banco Centroamericano cuenta con una arquitectura verde de vanguardia se encuentra ubicado en San José de Costa Rica. Aporta una imagen de solidez y transparencia. En cuanto a su diseño responde al clima y a las tendencias recientes de una arquitectura sostenible, la latitud se representa por la creación de un paisajismo vertical que aporta a un microclima, para atenuar los efectos del trópico con la incorporación de una pérgola vegetal, incorporándose a la tendencia de ejecutar proyectos ecológicos y ambientalmente amigable (Matute María, 2014).

Ahorro energético en cuanto a la pérgola vegetal que enmarca a la edificación tiene como objetivo filtrar la radiación del sol y de esta forma bajar la carga térmica interior representando un ahorro del 15% en el consumo de electricidad, esto incorporado a los sensores de temperatura, hacen un edificio inteligente que es una alternativa idónea para disminuir el uso de una tecnología costosa (Matute María, 2014).

Los materiales han sido seleccionados por su durabilidad y por su mínimo mantenimiento, como son la piedra y el vidrio, de esta forma evitan el uso de pintura que son muy contaminantes con alta energía incorporada cuenta con aislamiento acústico, estos muros acústicos están formados por muros de piedra que aíslan el ruido y contribuyen al aislamiento térmico (Matute María, 2014).



Fig 27. Proyecto Banco Centroamericano Arq. Bruno Stagno
Fuente. (Quispe, 2016)

Construcción de Madera Collsuspina

Este proyecto se trata de una vivienda unifamiliar, esta obra está conformada por paneles estructurales prefabricados con estructura de viguetas de madera maciza KVH, tableros de OSB y aislamiento en la parte interior, dicha estructura se utiliza en fachadas, forjados y cubiertas, la medida de los paneles varía de acuerdo al diseño y estas son colocadas con brazo grúa las características de la vivienda son las siguientes (Quispe Nicole, 2016).

En cuanto a su cimentación y solera están contruidos con hormigón armado, acero y gravas en su base, los muros tienen estructuras autoportantes y forjados de madera vigas de madera y tableros de OSB, los cerramientos y tabiques divisorios son de tablero OSB (Quispe Nicole, 2016).



Fig 28. Proyecto Construcción de Madera Collsuspina
Fuente. (Quispe, 2016)

Los exteriores cuentan con revestimientos de tablas de maderas tratadas con barniz y fungicidas tiene asilamiento de poliestireno en la losa de planta baja en cuanto a sus instalaciones eléctrica cuenta con material de PVC, ABS, polipropileno y aluminio anodizado, instalación de fontanería con tubería de PVC, ABS aparatos sanitarios con porcelana vitrificada, cuenta con pavimento interior de parquet (Quispe Nicole, 2016).

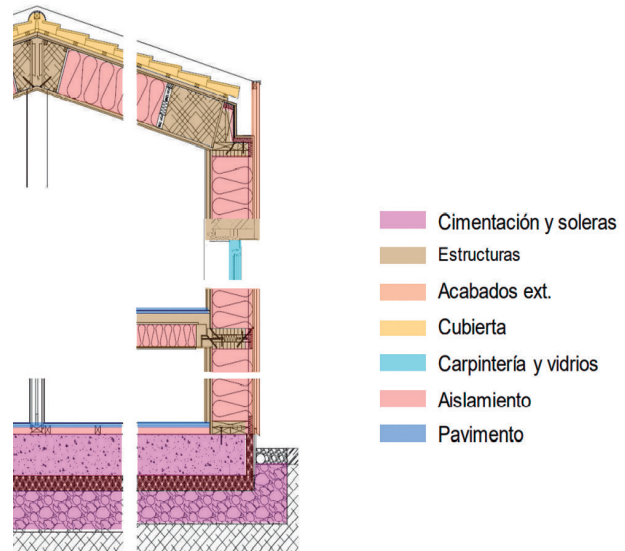


Fig 29. Proyecto Construcción de Madera Sección de Fachada

Fuente. Elaboración en base a los planos brindador por el proyectista

El edificio posee una envolvente térmica particular con un grosor considerable donde se emplearon la mayor parte aislamientos de paja de 40 cm de espesor en cubiertas (valor $U=0.147 \text{ W/m}^2\text{°C}$) y muros exteriores (valor $U=0.146 \text{ W/m}^2 \text{°C}$), sólo se empleó el poliestireno extruido (XPS) en la losa del piso (valor $U=0.164 \text{ W/m}^2 \text{°C}$), en cuanto a las ventanas están conformadas por car-

pintería de madera y triple acristalamiento (Valor $U=0.6$ $W/m^2\ ^\circ C$) con cámaras de argón (4e/12a/4be/12a/4be) (Quispe Nicole, 2016).

Los subsistemas con más repercusión son las estructuras, cimentación, carpintería, aislamiento e impermeabilización, se ha identificado con color rojo con mayor porcentaje y emisiones de CO2 y color naranja los segundos más consumidores de la construcción, los subsistemas de cimentación y estructuras concentran aproximadamente el 49% y 47% de la energía y emisiones 578kWh/m² y 206 kgCO₂/m², en general la energía y emisiones son muy inferiores respecto a la construcción (Quispe Nicole, 2016).

Tabla 4. Repercusión de Sistemas en la Construcción de Madera

SUBSISTEMAS	Coste energético				Emisión de CO2	
	MJ/m ²	%	kWh/m ²	%	KgCO ₂ /m ²	%
1 CIMENTACIÓN, SOLERAS	810	19%	225	19%	100	23%
2 ESTRUCTURA	1270	30%	353	30%	106	24%
3 RED DE SANEAMIENTO	138	3%	38	3%	20	4%
4 CERRAMIENTOS / TABIQUES DIVISORES	221	5%	62	5%	19	4%
5 CUBIERTA	193	5%	54	5%	25	6%
6 ACABADOS INTERIORES	156	4%	43	4%	18	4%
7 ACABADOS EXTERIORES	137	3%	38	3%	15	3%
8 CARPINTERÍA Y VIDRIOS	561	13%	156	13%	40	9%
9 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN	414	10%	115	10%	56	13%
10 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, ACS	112	3%	31	3%	9	2%
11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	108	3%	30	3%	14	3%
12 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN	122	3%	34	3%	16	4%
13 PAVIMENTO	42	1%	12	1%	4	1%
TOTALES	4283	100%	1190	100%	439	100%

Fuente. Elaboración en base a los planos brindador por el proyectista

Construcción de Madera Girona

Este proyecto se ubica en Girona trata de una vivienda unifamiliar, esta obra está conformada por paneles estructurales prefabricados con estructura de viguetas de madera maciza KVH, tableros de OSB y aislamiento en la parte interior, dicha estructura se utiliza en fachadas, forjados y cubiertas, la medida de los paneles varía de acuerdo al diseño y estas son colocadas con brazo grúa las características de la vivienda son las siguientes (Quispe Nicole, 2016). Este edificio tiene una envolvente conformada por ais-

lamientos de origen animal y vegetal en su mayoría lana de oveja y algodón reciclado con espesores de 24 cm, 16 cm y 8 cm en cubiertas (Valor $U=0.147$ $W/m^2\ ^\circ C$), muros exteriores (Valor $U=0.215$ $W/m^2\ ^\circ C$) y tabiques respectivamente.

Sólo se empleó el poliestireno extruido (XPS) en la losa de piso (Valor $U=0.35$ $W/m^2\ ^\circ C$), en cuanto a las ventanas están conformadas por carpintería de madera y doble acristalamiento de baja emisividad con cámara de argón (5e/16a/4+4be) con un Valor $U=1.2$ $W/m^2\ ^\circ C$ (Quispe Nicole, 2016).

Los subsistemas con mayor repercusión en energía y



Fig 30. Proyecto Construcción de Madera Girona Fuente. (Quispe, 2016)

emisiones que superan el 100 kWh/m². Ordenado la repercusión de mayor a menor porcentaje: estructuras, cimentación, aislamiento e impermeabilización, carpintería y vidrios, y cubierta. Se ha diferenciado en color rojo los subsistemas con mayor porcentaje de energía y emisiones de CO₂ y en color naranja los segundos más relevantes de la construcción (Quispe Nicole, 2016).

Tabla 5. Repercusión de Sistemas en la Construcción de Madera

SUBSISTEMAS	Coste energético				Emisión de CO ₂			
	MJ/m ²	%	kWh/m ²	%	KgCO ₂ /m ²	%		%
1 CIMENTACIÓN, SOLERAS	837	19%	232	19%	100	22%		
2 ESTRUCTURA	1345	30%	374	30%	114	25%		
3 RED DE SANEAMIENTO	182	4%	51	4%	22	5%		
4 CERRAMIENTOS / TABIQUES DIVISORES	187	4%	52	4%	13	3%		
5 CUBIERTA	390	9%	108	9%	56	12%		
6 ACABADOS INTERIORES	118	3%	33	3%	11	2%		
7 ACABADOS EXTERIORES	92	2%	25	2%	13	3%		
8 CARPINTERÍA Y VIDRIOS	500	11%	139	11%	36	8%		
9 AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN	443	10%	123	10%	56	12%		
10 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, ACS	168	4%	47	4%	13	3%		
11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	58	1%	16	1%	7	2%		
12 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN	97	2%	27	2%	13	3%		
13 PAVIMENTO	41	1%	11	1%	5	1%		
TOTALES	4457	100%	1238	100%	460	100%		

Fuente. Elaboración en base a los planos brindador por el proyectista

Los subsistemas de cimentación y estructuras concentran alrededor del 49% y 47% de la energía y emisiones respectivamente (606 kWh/m² y 214 kgCO₂/m²). Otros subsistemas resaltantes son la carpintería y vidrios con 11% y 8% de energía y emisiones respectivamente, el aislamiento y la impermeabilización con el 10% y 12% de energía y emisiones. En este caso también destaca la cubierta con un 9% y 12% de energía y emisiones, esto se debe al empleo de chapa metálica de aluminio en la misma (Quispe Nicole, 2016).

Se obtiene que en cimentación el acero y hormigón son los de mayor repercusión en el subsistema con el 55 y 34%, en cuanto a estructuras los tableros de OSB con un 86%, en aislamientos e impermeabilización el poliestireno con un 40% de influencia en la partida. En cubiertas el aluminio también influye en el peso energético de la

partida con un 93% (Quispe Nicole, 2016).

Introducción a la Metodología

Tabla 6. Repercusión de Materiales en cada Subsistema en la Construcción de Madera Girona

SUBSISTEMAS	COSTE ENERGÉTICO DE MATERIALES
CIMENTACIÓN, SOLERAS	55%Acero, 34%Hormigón, 5%Grava, 3%PVC, 3%otros
ESTRUCTURA	86%Tablero de OSB, 8%Madera, 3%Tablero madera contralaminada, 3%otros
RED DE SANEAMIENTO	63%PVC, 21%plancha galvanizada, 12%Hormigón, 3%Cerámica, 1%otros
CERRAMIENTOS / TABIQUES DIVISORES	57%Yeso Laminado, 35%Acero galvanizado, 8%otros
CUBIERTA	93%Aluminio, 5%Acero, 2%otros
ACABADOS INTERIORES	52%Yeso laminado, 26%Lámina vinílica, 8%pintura plástica, 7%yeso, 5%ornillos aluminio, 3%otros
ACABADOS EXTERIORES	65%Madera tablas, 30%Tornillos acero, 5%otros
CARPINTERÍA Y VIDRIOS	47%Aluminio, 33%Vidrio, 9%Madera, 5%Acero, 6%otros
AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN	40%Poliestireno extruido, 29%Caucho sintético, 28%Lana de oveja, 2%Algodón reciclado
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA, ACS	38%Porcelana vitrificada, 29%23%Cobre, 9%Latón cromado, 29%Calentador ACS
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	95%PVC/ABS, 5%otros
INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN	73%PVC/ABS, 15%Acero galvanizado, 12%Aluminio anodizado
PAVIMENTO	58%Vinílico, 40%Madera, 2%otros

Fuente. Elaboración en base a los planos brindador por el proyectista



Fig 31. Aislante de Lana con Madera
Fuente. (Quispe, 2016)

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

CUADRO COMPARATIVO DEL USO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS					
ACTIVIDAD	MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS	EVALUACION DE RECURSOS-PRODUCTIVIDAD	RECOMENDACIÓN DE USO
Mamposerías	Bloques de cáñamo	Baja energía incorporada al momento de su producción	Producción limitada en el país, falta de conocimiento para el uso en la construcción	Baja inversión y buen aislante térmico	El uso del Steel framing tiene un alto costo beneficio por rendimientos y confort, es un material no muy contaminante
	Bloque prensado	Bajos costos, es duradero se los pueden apilar en riesgo de colapso	Generación de altos desperdicios, y generación de contaminación ambiental	Baja productividad, y poca eficiencia térmica	
	Steel framing	Es de fácil instalación, nos brinda trabajos mas limpios y eficientes	Es de mediana inversión, se necesita mano de obra calificada	Altos beneficios y alta productividad	
Aislamientos Térmicos en Mamposerías	Celulosa	Bajos costos, evita la transmisión de calor y almacena energía	Poca explotación en el medio, poco conocimiento en la industria de la construcción	Buen rendimiento, fácil producción	La celulosa es buen aislante natural, de bajos costos, equilibrando las temperaturas máximas y mínimas no requiere de mucha energía incorporada en su producción
	Lana de vidrio	Trabajabilidad, son seguros para la salud brindan ahorro energético	Contaminante, con el tiempo se va	Mediano rendimiento, buen aislante térmico	
	Poliuretano	Es un material versátil, duradero y resistente, es fácil de instalar	Es muy contaminante, utilizada materiales a base de plásticos	Tiene un alto rendimiento en el medio y un es un excelente aislante térmico	
Estructura	Acero	El acero nos permite edificar estructuras mas altas y mas esbeltas con mejor estética	Es un material muy contaminante posee alta energía incorporada en su producción, alto costo en su mantenimiento, se necesita mano de obra calificada en su instalación	Alta productividad, fácil instalación	Es recomendable el uso de la madera, es un material sostenible no requiere de alta energía incorporada en su fabricación, tiene alta capacidad de absorber carbono, su costo es elevado pero se obtendrán grandes beneficios ambientales en el futuro
	Madera	La madera es menos contaminante, se lo puede renovar y reciclar produce menos desechos	Este material es muy costoso, en el medio no existe mucha materia prima para poder tratarla y se usada en la construcción, mano de obra calificada	Media productividad, no se cuenta en el medio con suficientes recursos	
Cielos Falsos	PVC	Es de fácil instalación y limpieza, tiene buen aspecto estético, es aislante térmico	Este material es contaminante, puede desprenderse, pueden ocultar grietas y humedades que puede afectar al material	Alta productividad, fácil instalación al momento de emplearlos en la construcción	Se recomienda el uso de la fibra de mineral ya que sus laminas son biodegradables , no son contaminantes y libres de sustancias cancerígenas, se obtiene altos beneficios ambientales
	Gypsum	Este material es aliado para diseñar techos falsos en menor tiempo, es resistente a la humedad	Se pueden dañar si se encuentran cerca de lavabos y baños, sus placas son muy contaminantes	Alta productividad en el medio, fácil instalación	
	Fibra mineral	Sus laminas no son muy contaminantes es libre de sustancias es un material muy versátil	Es un material muy costoso	Media productividad, gran variedad de referencias con diferentes opciones de acabados	

Fuente. Elaboración Propia

ETAPA 2
APLICACIÓN METODOLÓGICA



Guia Metodológica

TIPO DE PROYECTO
PROPUESTA INNOVADORA
LINEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO TECNICA Y SOSTENIBILIDAD (DITES)
AREA DE INVESTIGACIÓN
ARQUITECTURA Y SOSTENIBILIDAD La investigación tiene como finalidad contribuir soluciones a problemas energéticos de los materiales de construcción, aplicando un sistema de selección de materiales eficientes, para lograr crear conciencia e iniciar el cambio de los hábitos de construir con materiales tradicionales que producen grandes emisiones de CO ₂ perjudicando al medioambiente.
DELIMITACIÓN TEMPORAL
PERIÓDO ACADÉMICO B22

Para este proyecto investigativo de estudio comparativo de materiales de baja energía incorporada para su utilización en edificios multifamiliares en Quito 2022, la metodología enfocada tiene un carácter mixto, según (Hernández Sampieri, 2014) en su metodología de investigación afirma que existe dos enfoques en la misma; la cualitativa y cuantitativa que representan un conjunto de métodos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e involucran la recolección y el análisis de da-

tos cuantitativos y cualitativos, como su integración y discusión conjunta, nos permite desarrollar inferencias producto de toda la información recabada y así lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

La investigación consiste en una investigación de carácter interpretativo, en cuanto al cuantitativo busca la medición de las variables planteadas a través de la recolección de datos que puedan ser contabilizados, medición numérica o procesos estadísticos. La presente investigación está dividida en cuatro fases la primera fase aborda una investigación bibliográfica la segunda comparación de resultados la tercera fase aplicación de los resultados y para finalizar la evaluación de dichos resultados.

Fase 1. Análisis Bibliográfica

En el análisis bibliográfica se ha empleado un enfoque Bibliográfico documental que consiste en la recopilación o levantamiento de información bibliográfica de fuentes secundarias fundamentadas (Hernández Sampieri, 2014). La parte técnica del proyecto de investigación se conforma por libros, artículos científicos, repositorios, tesis de investigación, biblioteca UTI entre otros, este análisis bibliográfico nos permitirá entender e identificar los materiales más usados en la construcción tradicional y los materiales que se pueden emplear teniendo en cuenta la energía incorporada en cada material ya que este factor es el principal autor de esta investigación. La investigación nos permitirá desarrollar una matriz para a

un correcto levantamiento de datos estadísticos de energía incorporada en los materiales de construcción como los tradicionales y alternos.

Fase 2. Comparación

La fase dos denominada comparación se ha optado por un enfoque descriptivo, la importancia de este enfoque nos permitirá reunir y ampliar el conocimiento sobre el objeto de estudio mediante la recopilación de los datos e información (Hernández Sampieri, 2014), el análisis técnico nos ayudara a generar una solución y propuestas viables de las necesidades encontradas, esta etapa se comparara los materiales tradicionales con los alternos nos permitirá aprender y conocer las diferentes características físicas de cada material, compararemos cada material con su respectiva energía incorporada para tener en cuenta que material es menos contaminante y más eficiente en la construcción. En esta etapa se generará una matriz o cuadro comparativo que nos permitirá estudiar y conocer la cantidad de energía incorporada de cada material de construcción, esta comparación es para entender que material de construcción genera más energía, para el desarrollo de esta fase se dispone de softwares como Microsoft Excel y programas de edición como ilustrador, los datos para la comparación son obtenidos del levantamiento de la fase uno.

Fase 3. Aplicación

La fase de aplicación tiene un enfoque correlacional, con una visión general de lo que se pretende desarrollar o generar en base a los datos obtenidos (Hernández Sampieri, 2014), se procederá aplicar los materiales comparados en un plano base de vivienda multifamiliar detallando cada uno de los materiales al detallar estos materiales en la planimetría lograremos entender cómo se incorporan cada uno de ellos en la arquitectura para

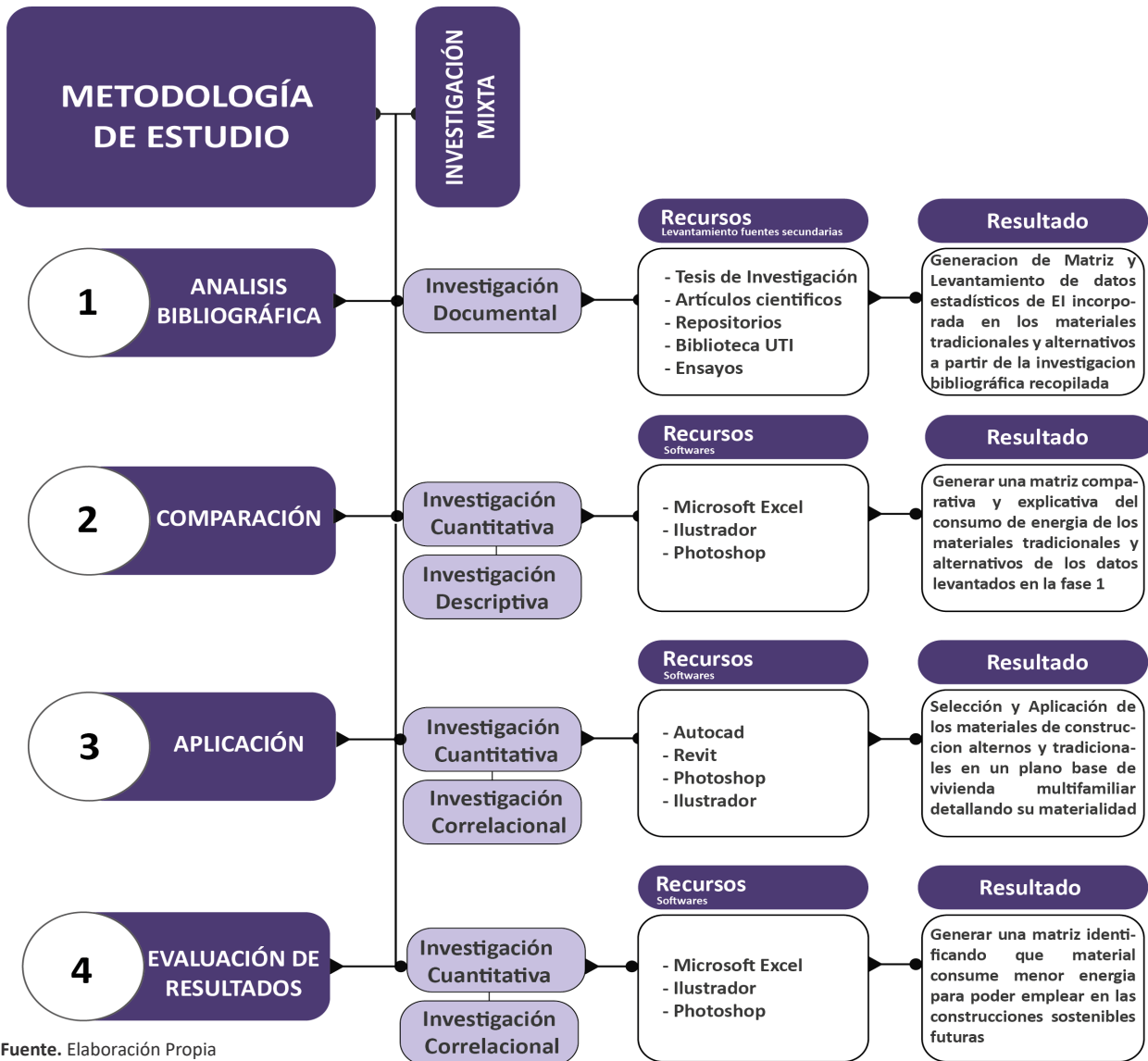
lograr una edificación sostenible. Se detallara cada material con sus respectivas características en la planimetría, para este proceso se cuenta con softwares de modelado como el AutoCAD, Revit e ilustrador, cuyo resultado es la aplicación de los materiales de construcción tradicionales y alternos, plasmados en la planimetría de edificio de vivienda multifamiliar.

Fase 4. Evaluación de Resultados

La fase cuatro tiene un enfoque correlacional, esta fase es la suma de todas las fases anteriores, su cometido es hallar explicaciones mediante el análisis de relaciones entre variables (Hernández Sampieri, 2014), esta fase obtendremos resultados de los materiales que consumen menos energía con el propósito de dar a conocer a la sociedad que es muy importante el uso de estos materiales en la construcción para poder evitar la contaminación ambiental y las grandes emisiones de Co2, conoceremos que material es más beneficioso para el uso de la arquitectura al tener en cuenta cada uno de los beneficios lograremos tener arquitectura sostenible, además lograremos diseños sostenibles que será de ayuda para que los arquitectos e ingenieros puedan desenvolver la práctica de diseñar, construir y manejar nuevas edificaciones con el objetivo final de minimizar su impacto ambiental.

Esta fase se evaluará cada una de las estadísticas comparadas y aplicadas con el resultado de obtener la mejor selección de materiales alternos para que puedan ser empleados en construcciones futuras, para esta fase se tiene recursos como Microsoft Excel, Ilustrador y Photoshop, nos permitirá generar conclusiones sobre los beneficios de sustituir los materiales tradicionales por los alternos.

Tabla 7. Metodología de Estudio



Fuente. Elaboración Propia

FASE 1 LEVANTAMIENTO DE DATOS ESTADISTICOS ENERGICA INCORPORADA EN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Tabla 8. Energía Incorporada en los Materiales de Construcción

Tipo	Material	Energía Incorporada	
		KWh/kg	Emisiones CO2/kg
Aislamiento convencional	Poliestireno expandido (0.037 W/mk)	32.5	17.3
Aislamiento de corcho	Corcho	7.22	0
Aislamiento de fibra de vidrio	Lana de vidrio	7.7	1.3
Aislante de lino	Aislamiento termico capacidad de regulacion higrométrica si perdida aislante	11	1.3
Aislamiento de celulosa - relleno suelto	Aislamiento	0.2	0
Adobe	Pieza de construcción hecha masa de barro	4.1	0.1
Acero Inoxidable	Acero	15.75	6.15
Aislamiento Natural	Aglomerados de corcho natural	0.8	0.2
Bituminoso	Asfalto	0.9	0.5
Cartón de yeso	Placa de yeso laminado entre dos capas de carton componentes yeso y celulosa	1.87	0.3
Caucho	Caucho celular	30.6	16.3
Ceramica	Las baldosas de suelo	3	0.8
Ceramica	Azulejos de cerámica	3.1	0.6
Yeso	Desnatado yeso	0.5	0.2
Bloque cerámico de arcilla aligerada	Bloques de cerámica con mortero aislante 140 mm de espesor	0.7	0.2
Bloque de hormigón ligero	Bloques de hormigón ligero espesor anulados 250 mm	1.5	0.5
Bloque de hormigón convencional	Bloque de hormigón convencional espesor de 100 mm	0.3	0.2
Ladrillo	Pedestal de ladrillo macizo 40 mm espesor 50 mm	0.6	0.2
Ladrillo	Tabique de ladrillo hueco doble 60 mm espesor 90 mm	0.6	0.2
Forjado unidireccional	Losas unidireccionales con relleno de viga de hormigon 250 mm	0.8	0.3
Hierro	Hierro General	6.9	1.9
Hormigón	Hormigón armado 2300 <p < 2.500	0.5	0.1
Losa de núcleo hueco	Con capa de compresión profundidad 200 mm	1	0.4
Mármol	Mármol General	0.5	0.1
Madera laminada	Capas de madera unidas para adhesivos estructurales duraderos y resistentes	1.4	1
Madera	Tableros de fibras orientada OSB	4.2	1.4
Metal	Acero	9.7	2.8
Morteros	Cemento o mortero de cal para albañilería	0.2	0.1
Pisos	Granito	0.1	0
Paca de paja	Aislamiento termico material natural reduce el gasto energético y ambiental	0.2	0
Plásticos	Policarbonato	21.9	11.7
Pintura a base de agua	Pintura de emulsión de polímero acrílico	16.3	2.12
Pintura base disolvente	Pinturas disolventes componentes volátiles y barnices	27	3.13
Pinturas	Pinturas de emulsión	5.6	3
Cristales	Doble acristalamiento, acabado transparente placa de vidrio 4 mm	97.2	21.8
Marcos	Marcos de aluminio lacado con dos bisagras hojas de tubo de acero galvanizado	1504.5	755.1
Puertas	Interior puerta de madera barnizadas aproximadamente 70x200 cm	59.4	21.8
PVC	Tuerveria instalaciones	22.2	6.72
Tableros de fibra de densidad media	Madera	3	0.7
Tejas de fibra mineral		10.2	2.7
Tejas de arcilla	Piezas cerámicas elaboradas por la coccion de arcillas seleccionadas	1.8	0.4
Vinil	Pisos de vinilo	18.23	2.92

Fuente. Elaboración Propia

FASE 2 COMPARACION DE ESTADISTICAS DEL LEVANTAMIENTO DE FASE 1

Tabla 9. Comparación de Energía Incorporada en los Materiales de Construcción

Materiales Alta Energía Incorporada - Tradicionales			Materiales Baja Energía Incorporada - Alternos		
Material	Energía Incorporada	Emisiones	Material	Energía Incorporada	Emisiones
Aislamiento convencional	32.5	17.3	Aislamiento de corcho	7.22	0
Aislamiento de lino	11	1.3	Aislamiento de fibra de vidrio	7.7	1.3
Acero inoxidable	15.75	6.15	Aislamiento de celulosa	0.2	0
Caucho	30.6	16.3	Adobe	4.1	0.1
Vinil	18.23	2.92	Bituminos	0.9	0.5
Tejas de fibra Mineral	10.2	2.7	Carton de Yeso	1.87	0.3
PVC	22.2	6.72	Tejas de arcilla	1.8	0.4
Madera barnizada	59.4	21.8	Tejas de fibra densidad media	3	0.7
Marcos de aluminio	1504.02	755.1	Paca de paja	0.2	0
Cristales	97.2	21.8	Granito	0.1	0
Metal Acero	9.7	2.8	Yeso	0.5	0.2
Plásticos	21.9	11.7	Bloques de cañamo	0.3	0
Pinturas	5.6	3	Bloques ceramico de arcilla	0.7	0.2
Pinturas base disolvente	27	3.13	Aislamiento natural	0.8	0.2
Pinturas base de agua	16.3	2.12	Madera laminada	1.4	1
Hormigón de 2.5	0.5	0.5	Tableros de madera densidad media	3	0.6
Bloque de hormigon 100 mm	0.6	2	Pinturas naturales	0.3	0.1
Ceramica	3.1	0.2	Aislamiento de algodón	0.4	0.1
Ladrillo	0.6	0.6	EPDM impermeabilizante	0.6	0.2
Madera OSB	4.2	1.4			
Morteros	0.2	0.1			
Forjado unidireccional 200 mm	0.8	0.3			
Losa nucleo hueco	1	0.4			

Fuente. Elaboración Propia

FASE 3 APLICACIÓN DE MATERIALES DE BAJA ENERGÍA INCORPORADA

Aplicación de Tabiquerías o Paredes Material Tradicional
Bloque de Hormigón Material Alterno Drywall

Material Tradicional Bloque de Hormigón de 15 cm

Los bloques de hormigón es un producto prefabricado de alta resistencia, durabilidad es un producto ergonómico para su uso en general, es un material de mezcla semi seca, su forma es uniforme donde no necesita tantos lineamientos.

Según la NTE INEN 3066 los bloques de hormigón se elaboran con cemento hidráulico, áridos finos y gruesos como son la arena, grava, piedra partida, materiales pétreos como la piedra pómez, adicionalmente materiales orgánicos inertes y adecuados. Gracias a su sistema de producción es posible obtener resultados de resistencia mucho más elevados que los materiales tradicionales, la resistencia del bloque de hormigón se debe a su composición, este tipo de material tiene una textura tipo mediana, con excelente adherencia a los diferentes morteros y a las pinturas en general, adicional el bloque de hormigón provee una adecuada absorción al sonido.

- El bloque de hormigón posee diferentes características como la resistencia al fuego ayudan a sujetar o contener un incendio dentro del compartimiento, impidiendo que se propague por todo el edificio.

- Tiene correcta aislación acústica y térmica, las mamposterías realizadas de este material ayudan aislar contra el frío y el calor esto permite que la vivienda use menos energía.

- En cuanto a su acabado el bloque de hormigón por lo normal tiene un acabado liso, pero, asimismo se lo puede encontrar con un acabado más decorativo que puede aumentar la belleza de la pared, los bloques de hormigón aceptan muy bien cualquier tipo de color o estuco (Quesquen, 2019).

El bloque nos da la posibilidad de construir un gran muro en poco tiempo, se calcula que un albañil profesional puede llegar a construir o levantar, en promedio aproximadamente 12m² de pared por día que significa más de 140 bloques, esto incluyendo la estructura compuesta por barras verticales y horizontales que se encuentren distribuidas en el muro.

Para la colocación de los bloques se usa Intaco es un mortero cementicio modificado con aditivos de muy alta calidad y cal hidratada, principalmente formulado para la instalación de bloques de concreto en interiores y exteriores, cuando se realiza una comparación con otros materiales de construcción, como los ladrillos comunes y los paneles de yeso, el costo de trabajar con bloques de hormigón puede resultar mas alto, la mayor parte de los casos puede ser tres veces mayor a las otras alternativas mas convencionales usadas para la construcción un bloque puede llegar a costar desde los \$0.27 hasta \$0.35.

Algunas de las desventajas que presenta los bloques es que no se pueden partir, sino que hay que trabajarlos de manera completa esto dificulta su uso en los instantes de hacer las cañerías o las aberturas con las medidas standard, otra de sus desventajas es que el concreto es el material mas contaminante, su proceso de elaboración aporta a la emisión de los diferentes gases invernaderos y tiene gran impacto en las fuentes de agua este proceso tiene alta energía incorporada, en cuanto a su energía incorporada posee 0.6 kWh/ kg con alto índice de contaminación de 2 CO₂/kg teniendo como resultado altos resultados de gases invernaderos.

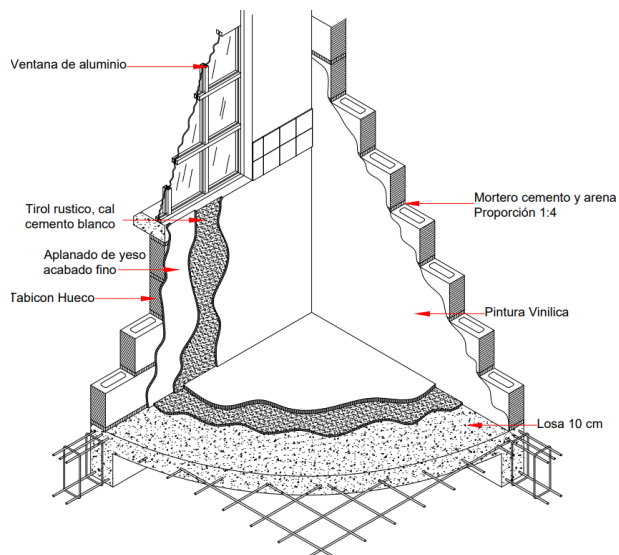
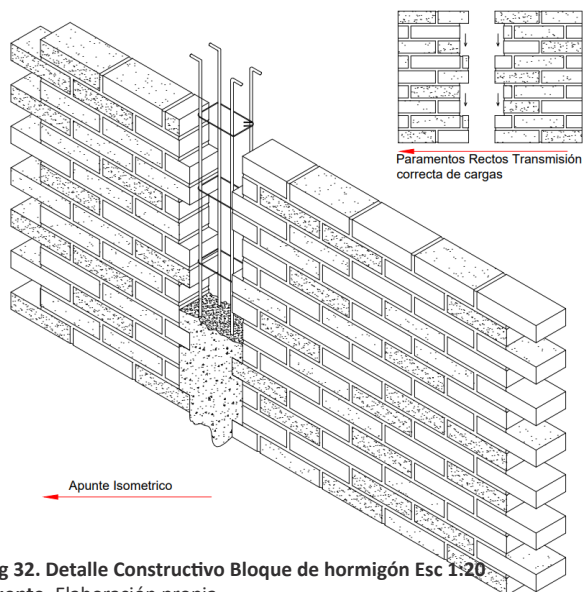
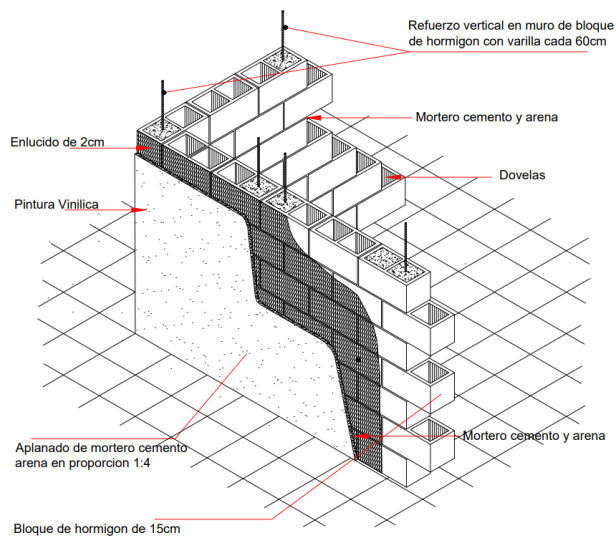
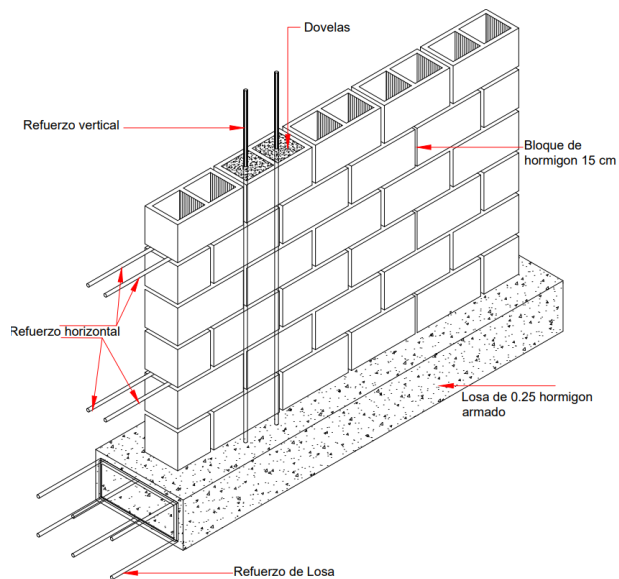


Fig 32. Detalle Constructivo Bloque de hormigón Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Fig 33. Detalle Constructivo Bloque de hormigón Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 10. APU Material Tradicional Bloque de Hormigón de 15cm

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					
Mampostería de bloque pesado de 15cm con mortero prefabricado, incl. Estibaje					
Detalle:					Unidad: m2
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1.00000	0.40000	0.40000	0.83000	0.33000
Andamio	0.50000	0.08000	0.04000	0.83000	0.03000
SUBTOTAL M:					0.36000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON (ESTR.OC E2)	0.50000	3.99000	2.00000	0.83000	1.66000
Albañil (Estr. Oc. D2)	1.00000	4.04000	4.04000	0.83000	3.35000
Inspector (Estr.Oc B3)	0.10000	4.49000	0.45000	0.83000	0.37000
SUBTOTAL N:					5.38
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
Bloque de 15x20x40	u	13.1300	0.47000	6.17000	
Agua	m3	0.0100	1.00000	0.01000	
Mortero para pegar bloques de compresión moderada	saco (40 kg)	0.9600	3.40000	3.26000	
Enlucido - Revoque	saco(25kg)	0.2700			
Sika empaste interior	saco(20kg)	0.0800	8.93000	0.71000	
Pintura satinada Sherwin Williams	Gl	0.0800	22.68000	1.81000	
SUBTOTAL O:					11.96
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	m2	\$ 1.00000	\$ 0.60000	0.60000	
SUBTOTAL P:					0.60000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.30
INDIRECTOS %				20.00%	3.66
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21.96
VALOR OFERTADO					21.96

Fuente. Elaboración Propia

Material Alternativo Drywall

El Drywall también conocido como placa de yeso, es un tipo de panel que es elaborado de sulfato de calcio dihidrato, con o sin aditivos, colectivamente extruido entre hojas gruesas de papel de revestimiento y soporte que es utilizado en la construcción de paredes y techos interiores. El drywall es utilizado en la división de ambientes, la construcción en seco es una técnica constructiva industrializada que acompaña el concepto actual de la arquitectura sostenible, porque hace este tipo de material hace uso racional y eficiente de los recursos, tanto energéticos como materiales y esto minimiza el impacto ambiental (Quesquen, 2019).

En cuanto a su calidad y resistencia ha sido probada a lo largo de muchos años y hoy en la actualidad es la opción preferida en el mundo para grandes obras de arquitectura y vivienda, es un producto sostenible compuesto en material reciclado superior al 50%, material reciclable al 100%, conserva las prestaciones del sistema inalteradas durante toda la vida útil del edificio esto quiere decir que no se degrada con el tiempo, es un material inerte que nos es medio adecuado para el progreso de microorganismos. Los materiales que se utilizan en el sistema Drywall son (Quesquen, 2019):

para el progreso de microorganismos. Los materiales que se utilizan en el sistema Drywall son (Quesquen, 2019):

-Elementos de revestimiento: placa o planchas de roca de yeso y fibrocemento, estas placas son utilizadas para por recubrir la estructura metálica por ambas caras o por una sola esto dependerá de cada proyecto.

-Elementos estructurales metálicos: perfilierías de acero galvanizado, esta conformado por parantes de uso vertical y el riel de uso horizontal, esto se encuentran

ubicados en la parte inferior y superior de los pasantes, en cuanto sus espesores y dimensiones dependerá del diseño estructural estos son sujetados con tornillo. Conformado por parante, riel o canal, perfil omega y ángulo.

-Elementos de fijación: conformado por clavos, tornillos y anclajes de fijación, el drywall tiene sistema de fijación para estructuras de soporte, sistemas de fijación de placas a la estructura de soporte y fijación de elementos pesados a placas.

Las características del drywall es versátil es un material liviano de fácil instalación es rápido para la ejecución en cuanto a sus costos y tiempos los tiempos de ejecución de obra son muy reducido, y su peso representa el 10% de un tabique de ladrillo, el drywall se puede recuperar hasta el 80% del material para ser usados nuevamente.

El drywall es destacado por su gran aporte ecológico, es un sistema de construcción en seco que permite lograr hábitat que generen un menor consumo energético y que ayuden a disminuir sus emisiones, la instalación o la colocación del drywall es rápida se pueden construir tabiquerías completas en un solo día, con acabados similares al de cualquier mampostería, el drywall es 5 a 8 veces más rápido de colocar que los métodos tradicionales, la duración promedio de este material es de 40 a 60 años, siempre y cuando sea instalado por profesionales expertos en el sistema de drywall.

El yeso es un mineral muy resistente a la humedad, es compacto no es dañino para la salud, las planchas de drywall son de yeso combinadas con hilo de fibra cu-biertas con papel de celulosa especial y las planchas RH tienen adicional silicona en la parte interna para que se pueda encharpar (Quesquen, 2019).

En comparación con la construcción habitual, construir con drywall o Steel framing nos permite disminuir de manera significativo el tiempo y la mano de obra, el resto de materiales, el consumo de agua y energía. La disminución del consumo de energía vista por su alta capacidad aislante de estos sistemas que permite almacenar la temperatura de los ambientes, una construcción con este tipo de material posee menor peso propio final en relación a una obra tradicional esto disminuye la sección de sus elementos estructurales (Quesquen, 2019).

Es de suma importancia resaltar que su estructura de perfil de acero galvanizado es 100% reciclable, es el socio del medio ambiente la mayor parte de sus componentes o materiales son reciclables, brinda 2.5 veces más resistencia térmica una tabiquería o pared de drywall de 10 cm que una mampostería de ladrillo común de 15cm (Quesquen, 2019).

Las estructuras del material contribuyen hacia la certificación LEED con menor desperdicio y una mayor optimización, su estructura se produce con acero formado y pre cortado en planta con su diseño específico de cada obra o proyecto, esto disminuye elocuentemente los residuos de construcción y promueve una construcción mas pura o limpia, además el aumento eficiente en el control y la precisión de la estructura se traduces en un ahorro significativo en el presupuesto general de la obra.

Este moderno modelo de construcción permite encargar con mayor exactitud el entramado de perfiles que sirven de soporte a los paneles tanto exteriores como los interiores de la edificación su acero puede ser reciclado sin que disminuya su calidad y esto puede ser aplicado en todo los sectores luego de haber pasado por este procedimiento, este material lo podemos encontrar en empresas como Ecolinving, Ecoframe y VRC constructoras steel framing (Quesquen, 2019).



Fig 34. Construcción de Tabiquerías con Drywall
Fuente. (Instituto Celsius, 2018)



Fig 35. Perfilería del Sistema Constructivo de Drywall
Fuente. (Grupo JGL, 2020)

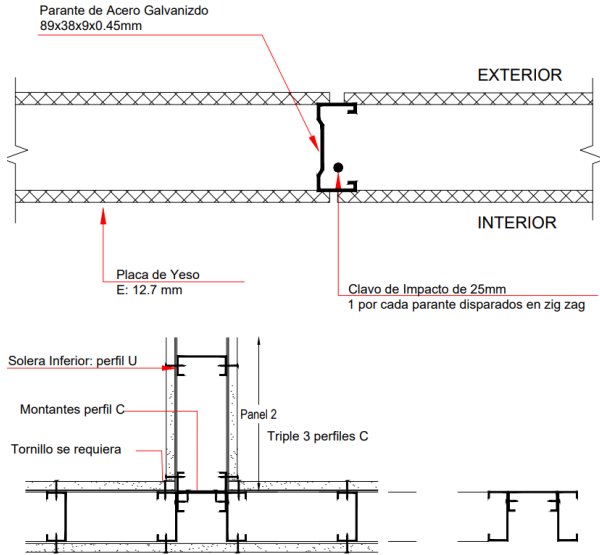


Fig 36. Detalle Constructivo Drywall Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

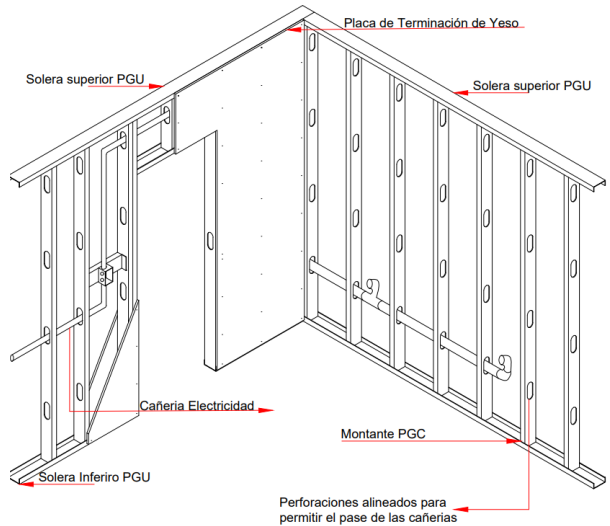
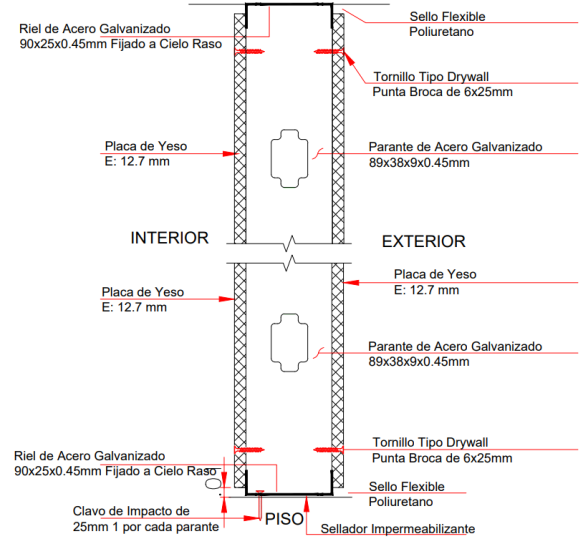


Fig 37. Detalle Constructivo Drywall Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 11. APU Material Alterno DRYWALL

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					
Mampostería de encaje exterior de perfiles de 90 mm.; E= 0,93 mm (Light Steel Framing)					
Detalle:					Unidad: m2
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR	1.00000	0.40000	0.40000	2.00000	0.80000
ANDAMIOS	1.00000	0.08000	0.08000	2.00000	0.16000
Canastilla para trabajo en altura	1.00000	1.35000	1.35000	2.00000	2.70000
SUBTOTAL M:					3.66000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón (Estr. Oc. E2)	1.00000	3.99000	3.99000	2.00000	7.98000
Instalador de revestimiento en general (Estr. Oc. D2)	1.00000	4.04000	4.04000	2.00000	8.08000
Inspector de obra (Estr. Oc. B3)	0.10000	4.49000	0.45000	2.00000	0.90000
SUBTOTAL N:					16.96
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
TRACK 90mm 3 5/8" 70MM	ml	1.1000	1.37000	1.51000	
STUD 90mm 3 5/8" 70MM	ml	6.6000	1.68000	11.09000	
TORNILLO PUNTA BROCA #8X1/2" (CHAPA CHAPA)	u	8.0000	0.01000	0.08000	
TORNILLO FIBROCEMENTO CON ALETA	u	12.0000	0.01000	0.12000	
CLAVOS DE ACERO REFORZADO XHA AG APOLO 22	u	3.0000	0.17000	0.51000	
PANEL ACUAPANEL PARA EXTERIORES 8MM	m2	1.0700	8.54000	9.14000	
CINTA MALLA PARA FIBROCEMENTO EXTERIOR	ml	2.3200	0.06000	0.14000	
PLANCHAS GYPSUM 1/2" ESTÁNDAR	m2	1.0700	2.85000	3.05000	
TORNILLO PUNTA AGUDA #6X1" (1 PLANCHA 1/2")	u	12.0000	0.01000	0.12000	
CINTA MALLA PARA JUNTAS 15CM	ml	2.3200	0.05000	0.12000	
MASILLA PARA GYPSUM	kg	0.8300	0.54000	0.45000	
Sika empaste interior	saco(20kg)	0.0800	8.93000	0.71000	
Pintura Satinada Kem Satin Varios Colores marca Sherwin Williams	Gl.	0.0800	22.68000	1.81000	
Sika top empaste exterior 20kg	saco	0.0800	19.20000	1.54000	
Pintura permatatex elastomérica	gl	0.0800	17.25000	1.38000	
Sellador	gl	0.0400	10.71000	0.43000	
SUBTOTAL O:					32.20
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	m2	1.00	\$ 2.50	2.50	
SUBTOTAL P:					2.50000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					55.32
INDIRECTOS %				24.00%	13.28
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					68.60
VALOR OFERTADO					68.60

Fuente. Elaboración Propia

Aplicación de Estructura Material Tradicional Estructura Metálica Material Alternativo Madera

Material Tradicional Estructura Metálica (Acero)

La estructura metálica está formada de todos los elementos que permiten estabilizar y transferir las cargas a los cimientos, la estructura metálica su función es asegurar la estabilidad, la resistencia y la forma de la construcción una estructura, la estructura metálica está formada por vigas metálicas y columnas o pilares metálicos este material es idóneo para la construcción gracias a su versatilidad que presentan y a su coste de producción.

El acero o metal tiene una excelsa resistencia a la corrosión y además tiene una gran resistencia mecánica, cuando se realiza una construcción con acero usado en la estructura del edificio vamos a garantizar una construcción más rápida y eficiente a diferencia de una construcción en estructura de concreto, la estructura metálica es fabricada en un taller mientras que en obra se da el avance de las cimentaciones. Las estructuras metálicas se componen de acero, este material es muy adecuado para la construcción de edificaciones, el éxito de las estructuras metálicas anida en su funcionalidad (NEC, 2014).

El acero es un elemento elegido a nivel global en la construcción, el acero es muy versátil por la industria de la construcción, esto gracias a que accede a construir o edificar estructuras más altas, esbeltas y que nos brinde una mejor estética, es de construcción rápida y 100% reciclable y reutilizable por esta razón se encuentra presente en las grandes ciudades del mundo, el acero nos da la confianza o nos expresa resistencia, limpieza y modernismo (NEC, 2014).

Este material se caracteriza por ser confiable gracias a la consistencia y la uniformidad de sus diferentes propieda-

des, para su fabricación presenta procedimientos precalificados y normados bajo estándares que nos avalan la calidad de la obra, es un material ligero que el hormigón o concreto que nos ofrece infraestructuras ligeras.

La construcción con acero estructural se divide en tres etapas la fase de diseño, fabricación y su respectivo montaje, el impacto ambiental del acero es menor que la del concreto o el de otros materiales ya que es reciclable y degradable permitiéndonos reutilizar y reubicar cuando se desmonta cualquier estructura, al ser reciclado la estructura esta no pierde su resistencia y propiedades físicas por la cual se puede certificar la obra o la edificación como sostenibles (NEC, 2014).

Las propiedades más principales del acero son la conformabilidad y la durabilidad, tiene resistencia a la tracción y su excelente resistencia a la fluencia posee una buena conductividad térmica y en cuanto a los aceros inoxidables la resistencia a la corrosión siempre debemos estar seguros de que el material debe ser seguro y adecuado para las condiciones de carga y los grandes desafíos del medio ambiente al que será sometido durante su servicio.

El acero en estructura nos brinda gran resistencia y armonía en cuanto su fuerza y el peso por unidad, es fuerte en cuanto a su maleabilidad y son resistentes a todo tipo de siniestros o movimientos sísmicos, además se caracterizan por ser resistentes a cualquier tipo de deformación en cualquier tipo de tensión o desastre, el acero estructural tiene la primacía de poder hacer uniones o conexiones mediante soldadura (NEC, 2014).

El acero es el material mas utilizado por poseer muchas ventajas, que tiene que ser resistente para poder soportar todas las cargas vivas y muertas del edificio y toda su presión que ejerce, el acero como un material estruc-

tural encontramos diferentes oportunidades o ventajas:

-El acero tiene una alta resistencia al peso, lo que permite que la estructura pese menos.

-En cuanto a sus propiedades no cambian con el tiempo.

-Es altamente dúctil, lo que puede llegar a soportar grandes deformaciones y luces sin que el material se agriete.

-Es muy tenaz ya que puede absorber la energía.

Una estructura en acero por lo general se suele realizar en menos de la mitad del tiempo en comparación a una estructura de concreto, lo cual es una opción perfecta para construcciones que se necesitan ser puestas al servicio de manera rápida, en cuanto al diseño arquitectónico con productos de acero como lo es la estructura es fácilmente adaptable a nuevas necesidades, además nos posibilita o facilita a proyectos innovadores (Matute María, 2014).

La construcción con acero ha demostrado lograr tener un comportamiento altamente satisfactorio antes los diferentes fenómenos naturales por su gran ductilidad que caracteriza al acero ya que es muy rentable para grandes construcciones, es económicamente rentable este material requiere poco mantenimiento además de la limpieza ocasional en quito existen talleres que fabrican las piezas estructurales como Kubiec, Adstren, Dismetal y Cistec, las estructuras de acero pueden llegar a durar alrededor de 60 años (NEC, 2014).

En cuanto a su mantenimiento se debe evitar el contacto del acero con cualquier tipo de humedad, sobre todo las que provienen de fugas de agua o filtraciones, el acero es sensible al yeso se debe evitar contacto, las estructuras grande pueden durar 100 años(NEC, 2014).

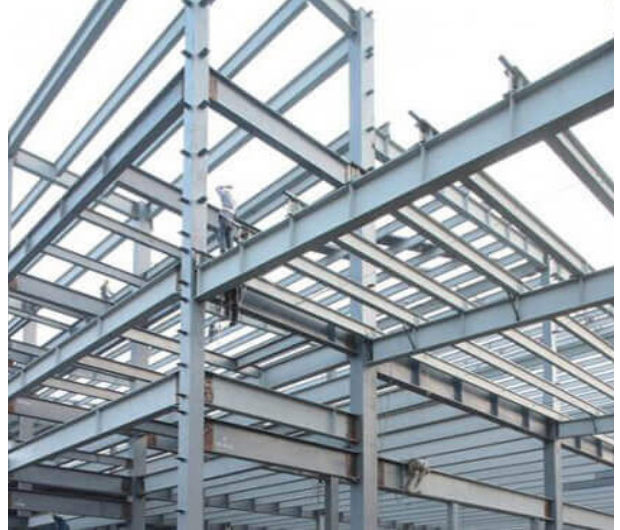
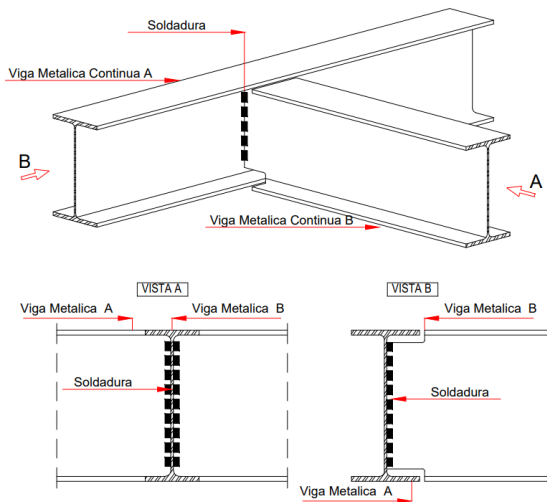


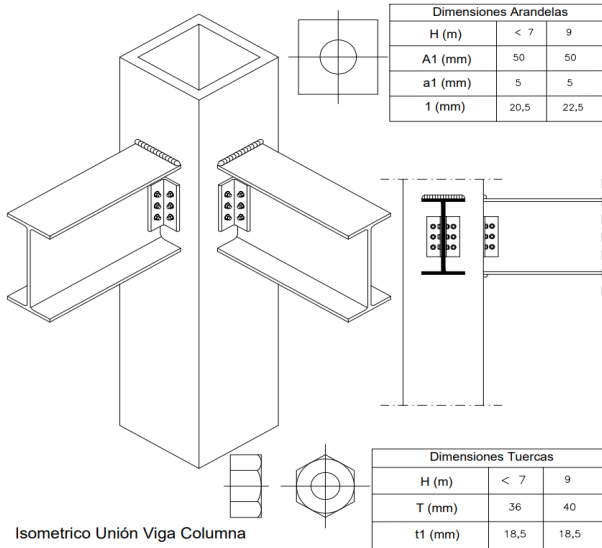
Fig 38. Construcción en Estructura Metálica Acero
Fuente. (Cluster Industrial, 2020)



Fig 39. Edificios con Estructura Metálica
Fuente. (Instituto Chileno de Acero, 2017)



Apoyo Articulado Viga Metalica Igual Canto



Isometrico Unión Viga Columna

Fig 40. Detalles Estructurales de Acero Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

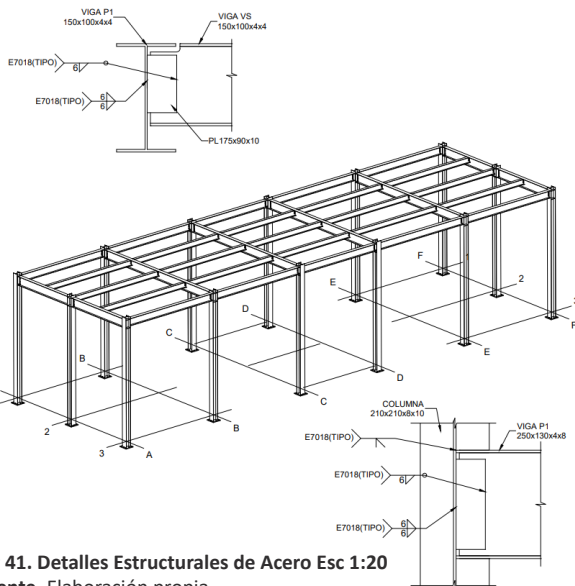
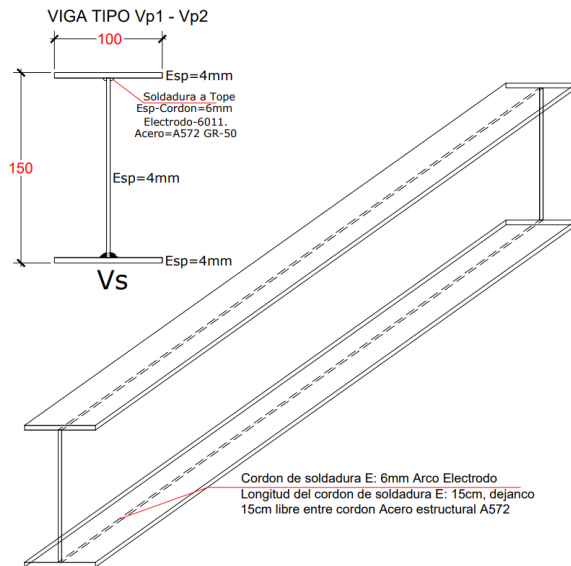


Fig 41. Detalles Estructurales de Acero Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 12. APU Material Tradicional Estructura Metálica (Acero)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					
Acero estructural ASTM A36(provisión, fabricación y montaje) e<15mm					
Detalle:					Unidad: Kg
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1.00000	0.40000	0.40000	0.02400	0.01000
Soldadora Electrica	1.00000	1.35000	1.35000	0.02400	0.03000
Compresor	0.25000	1.80000	0.45000	0.02400	0.01000
Grua para izaje	1.00000	22.50000	22.50000	0.02400	0.54000
SUBTOTAL M:					0.59000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón-Estruc.Ocup. E2	2.00000	3.99000	8.00000	0.02400	0.19200
Soldador-Estruc.Ocup.D2	3.00000	4.04000	12.12000	0.02400	0.29000
Maestro mayor de ejecucion de obra (Estr.Oc C1)	0.10000	4.49000	0.55000	0.02400	0.01320
Pintor-Estruc.Ocup. D2	0.25000	4.04000	1.01000	0.02400	0.02000
SUBTOTAL N:					0.52
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
Electrodos E7018 o Material de Aporte E705_6	kg	0.0500	8.00000	0.40000	
Pintura Anticorrosiva	Gl.	0.0100	26.00000	0.26000	
ACERO ESTRUCTURAL A 36	kg	1.0510	1.95000	2.04945	
SUBTOTAL O:					2.71
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	Kg	1.00	\$ 0.32000	0.32000	
SUBTOTAL P:					0.32000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.13
INDIRECTOS %				24.00%	0.99
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.13
VALOR OFERTADO					5.13

Fuente. Elaboración Propia

Material Alternativo Estructura de Madera (Madera)

Una de las principales características de la madera es que puede ser renovada de forma permanente gracias a la tecnología, según estudios realizados un metro cuadrado de área ya construida en una edificación con estructura de acero es garante de la emisión de 40 kg de CO₂ al medio ambiente y un gasto de energía de 143kw/h, en cuanto una estructura de hormigón contamina 27 kg de CO₂ y 80 kw/h de energía por metro cuadrado. Por otra parte, al diseñar un edificio con estructura de madera un metro cuadrado de superficie le cuesta al planeta tierra 4 kg de CO₂ y 22 kw/h de energía (NEC, 2015).

La estructura de madera nos da grandes beneficios tiene gran flexibilidad y bajo peso, la madera es óptima para resistir sismo y reducir el volumen de las cimentaciones, es un material con alta capacidad aislante la madera es considera de poder aislar el calor hasta seis veces más que el ladrillo, es resistente al fuego en piezas de gran tamaño o volumen tarda más tiempo en derrumbarse que las estructuras de acero, al construir la estructura con madera ganaremos velocidad de construcción y disminución de costes, la madera es muy resistente a una gran variedad de compuestos químicos, presentando un excelente comportamiento que otros materiales (NEC, 2015).

La madera es capaz de soportar esfuerzos a presión como a tracción debido a su baja densidad y alta resistencia mecánica, en cuanto a su resistencia a flexión puede ser alrededor de diez veces mayor a la del hormigón, así como la resistencia al corte, la madera es el material de construcción con mayor resistencia en relación a su peso. La madera aserrada es manejada en el parte de la construcción como madera estructural, la madera aserrada permite su uso estructural tras ser sometidas al tratamiento adecuado bajo normativas. La NEC nos

habla la madera debe soportar su propio peso, estará sujeta a esfuerzos diversos, debido a esto debe de tener una densidad básica mínima de 0.4 gr/cm³ (NEC, 2015).

Este tipo de material cuenta con diferentes propiedades tanto físicas como mecánicas que lo transforma en un material muy atractivo y resistente en la industria de la construcción, en cuanto a su análisis y diseño de las estructuras de madera se deben respetar los principios o los fundamentos básicos de la mecánica estructural (NEC, 2015). La madera debe ser utilizada de forma de distribuir los diferentes esfuerzos en una dirección o en dos direcciones. Por lo común una estructura de madera aproximadamente puede llegar a ser muy duradera puede durar alrededor de 100 años siempre y cuando se le de un correcto mantenimiento.

La fuente principal de abastecimiento es el bosque nativo, que alcanza aproximadamente un 70% que equivale 3.5 millones de m³ y el restante es el 30% de plantaciones forestales, para su uso estructural se necesita una tipología que permita identificar piezas con las propiedades mecánicas deseadas, para que la madera proporcione un correcto rendimiento debemos tener cuidado en los siguientes aspectos; debemos controlar la humedad usando técnicas para evitar su descomposición, tener un control riguroso de las termitas y otros insectos procurando usar materiales duraderos como los tratados a presión o naturalmente duraderos (NEC, 2015).

El objetivo primordial al encontrarse las cargas de humedad es poder evitar que el agua entre en la envoltura de la edificación logrando así controlar y equilibrar el contenido de la humedad, la madera es fácil de manejar por su poco peso este material constituye un recurso inagotable y renovable, en cuanto a su fabricación no contamina por es la propia naturaleza la encargada de ello y no desarrolla o genera residuos para el medio ambiente.

Es un material higroscópico que ayuda a regular la temperatura en invierno que absorbe la humedad que permite aumentar la confortabilidad y en el verano cede humedad al entorno, la durabilidad de dicho material viene determinada por su resistencia a hongos, xilófagos, insectos, las estructuras de maderas con mas caras entre un 5% y un 10% con respecto al hormigón y al acero, al ser un material con alta durabilidad tiene dos desventajas que pueden afectar a la construcción una de ellas es la acción del agua esta es la más peligrosa tarde o temprano termina afectando a cualquier parte de la estructura diseñada con madera y la segunda son los agentes xilófagos (NEC, 2015).

Se puede hacer uso de la madera laminada, para disponer información consistente de los adhesivos y de la técnica elaboración de los piezas como vigas, columnas y pórticos, se debe tener en cuenta en la uniones de las laminas que conforman la pieza, para poder garantizar la continuidad de la resistencia, una de las soluciones mas populares de la unión de las piezas viga y columna al mismo nivel son mediante los estribos metálicos, es una opción muy económica y sencilla de trabajar, simplemente se debe fijar el estribo a la viga principal con clavos o tirafondos sobre la viga secundaria (NEC, 2015).

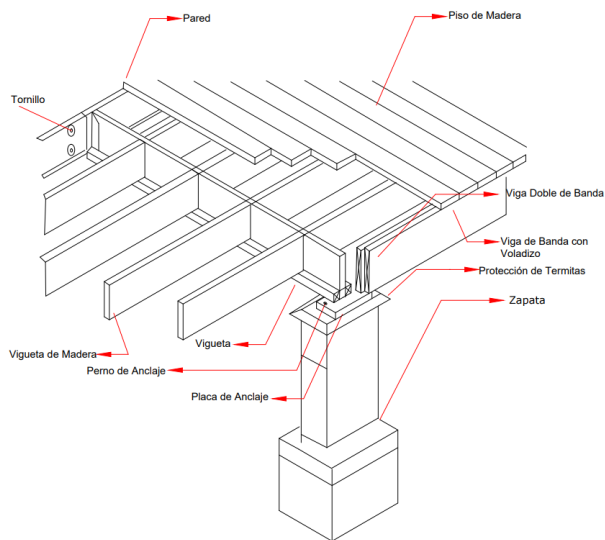
Al momento de usar uniones o elementos metálicos se debe tener en cuenta los coeficientes de dilatación según su exposición, la madera y el metal tienen diferente comportamiento frente a la humedad y el calor, el verdadero éxito en una unión de madera o el diseño de la estructura se tiene que basar en un correcto diseño y predimensionamiento, en caso que se usen varios métodos de unión como colas, pernos y clavos se debe tener en cuenta que la relación de la resistencia no es lineal (NEC, 2014).



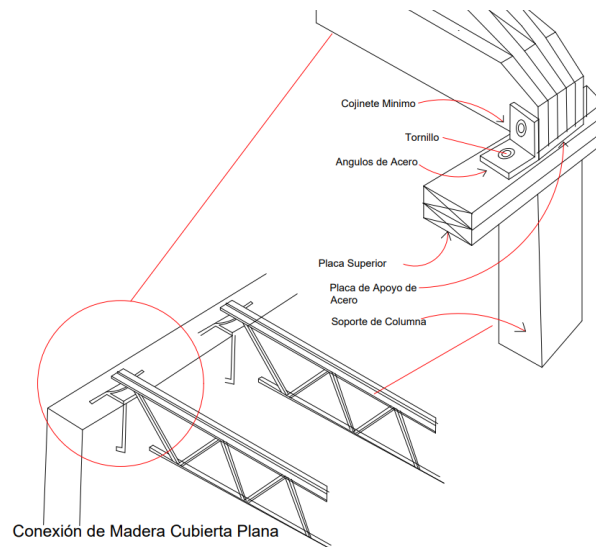
Fig 42. Edificio de Madera y Estructura de Acero Autoportante
Fuente. (Rosenfield, 2015)



Fig 43. Construcción en Estructura Madera
Fuente. (Kuma & Associates, 2014)

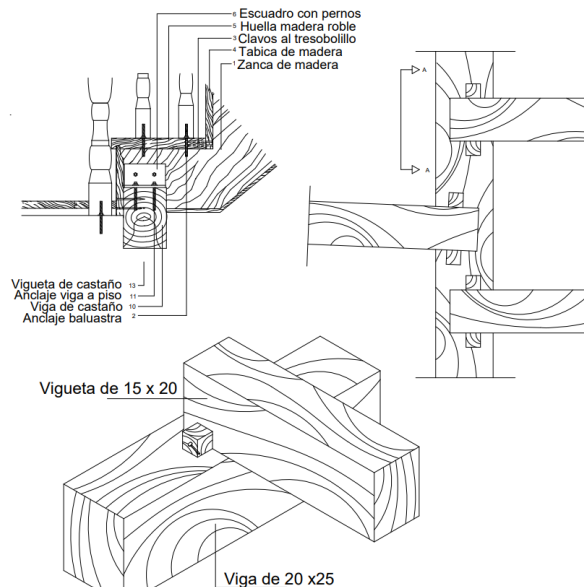


Detalle Piso de Madera



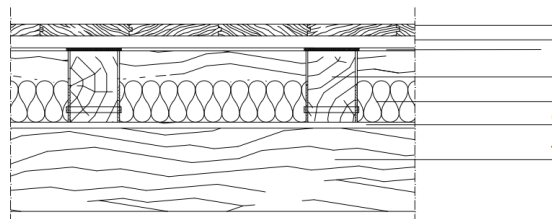
Conexión de Madera Cubierta Plana

Fig 44. Detalles Estructurales de Madera Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia



Vigueta de 15 x 20

Viga de 20 x25



LEYENDA

- 1 Tarima de tablas machichembradas de 12 x 12cm
- 2 Rastrel para fijacion de tarima de 7 x2 cm
- 3 Tira aislante de filtro de 5 mm
- 4 Solivo de castaños de 8 x 12 cm intereje de 0.4 mm
- 5 Capa aislante de lana mineral de 80 mm
- 6 Cielorraso de tablas solapadas de 10 x10 cm
- 4 Viga de castaño de 22 x 27 cm

Fig 45. Detalles Estructurales de Madera Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 13. APU Material Alterno Estructura Madera

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					
Madera estructural ASTM (provisión, fabricación y montaje)					
Detalle:					Unidad: ml
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	1.00000	0.40000	0.40000	0.02400	0.01000
Compresor	0.25000	1.80000	0.45000	0.02400	0.01000
Grua para izaje	1.00000	22.50000	22.50000	0.02400	0.54000
Sierra circular	1.00000	1.35000	0.45000	0.02400	0.01080
Taladro de percusión	1.00000	1.35000	0.45000	0.02400	0.01080
SUBTOTAL M:					0.58160
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón-Estruc.Ocup. E2	2.00000	3.99000	7.98000	0.02400	0.19000
Carpintero-Estruc.Ocup.D2	3.00000	4.04000	12.12000	0.02400	0.29000
Maestro mayor de ejecución de obra (Estr.Oc C1)	0.10000	4.49000	0.45000	0.02400	0.01000
Pintor-Estruc.Ocup. D2	0.25000	4.04000	1.01000	0.02400	0.02000
SUBTOTAL N:					0.51
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
Pintura Anticorrosiva Laca Catalizada	Gl.	0.0100	25.11000	0.25000	
Madera acerrada	m3	0.0200	652.64000	13.05000	
Pernos de Anclaje con tuerca 3"	u	3.0000	0.50000	1.50000	
Lijas (120 - 150 - 80)	u	3.0000	0.35000	1.05000	
clavos de acero reforzado	u	3.3000	0.17000	0.56000	
tornillo punta broca n° 8x1/2"	u	8.8000	0.01000	0.09000	
Thiner	gl	0.0100	5.50000	0.06000	
SUBTOTAL O:					16.56
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	u	1.00	\$ 0.50000	0.50000	
SUBTOTAL P:					0.50000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.15
INDIRECTOS %				24.00%	4.36
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.51
VALOR OFERTADO					22.51

Fuente. Elaboración Propia

Material Tradicional Aislante de Poliuretano

El poliuretano es uno de los materiales más usados en la construcción para el aislamiento de las edificaciones ya que dispone excelentes propiedades, la estructura que posee este material nos certifica la estanqueidad al aire de los inmuebles esto nos permite que el comportamiento de los edificios sea más eficiente energéticamente, el poliuretano es un material plástico permeable que este compuesto por la anexión de burbujas que le otorgan una estructura cerrada, este material se lo obtiene por la combinación de un disocianato y un polioliol, que se unen en presencia de catalizadores y activadores adecuados (Chumillas, 20220).

Se caracteriza por ser un material aislante térmico de muy baja densidad está por debajo de los 30 kg/m³, en cuanto a su conductividad es muy baja llega hasta los 0.25 W/mk y no es permeable al vapor del agua, en cuanto a su espuma es un excelente aislante térmico frente al temperaturas frías, por lo que proyectado logrará altísima resistencia térmica y un gran obstáculo al paso del frío durante el invierno. Este material tiene una excelente resistencia frente al fuego es un aislante completamente seguro en la edificación, de acuerdo a su capacidad de aislamiento del poliuretano es muy robusto contra a los efectos de envejecimiento a los que están expuestos diariamente los aislantes térmicos (Chumillas, 20220).

La conductividad térmica del aislante del poliuretano depende de diferentes factores como el porcentaje de celda cerrada, el tamaño de la celda, el gas espumante utilizado o también conocido el espesor de aislamiento emplazado, adema esto dependerá de la conductividad y del espesor del aislamiento instalado. Además de ser un buen aislante térmico debemos destacar la función de aislamiento acústico que ofrece este material, el poliure-

tano nos permite aislar acústicamente las edificaciones, permitiendo amortiguar o detener los ruidos tanto externos como internos certificando un excelente confort para el usuario (Chumillas, 20220).

El poliuretano tiene una parte que se caracteriza por ser flexible que permite dar un buen comportamiento frente a la fisuración, es idóneo de absorber pequeños movimientos de la estructura sin fisurarse y manteniéndose adherido al soporte, en cuanto al espesor de la espuma es más superior a otro sistemas de impermeabilización que ayuda absorber fisura entre 1 a 5mm evitando pagar a la superficie externa, este material es considerando un material con muy baja emisión de sustancias peligrosas al aire del interior el poliuretano no fecunda las bacterias o los insectos ni puede alojar esporas (Chumillas, 20220).

Mediante los procesos químicos se pueden desarrollar o formar los restos de poliuretano nuevamente en materia prima, el polioliol obtenido con esta habilidad se puede volver a dar uso para fabricar el poliuretano, todos los residuos de poliuretano se pueden ennegrecer y de esta manera podemos contribuir a cuidar los diferentes recursos naturales.

El aislamiento de poliuretano se puede certificar la calidad de sus materias primas, el sistema de poliuretano como el servicio puesto en obra de la aplicación, en cuanto a la velocidad de espumación del poliuretano es aproximadamente de 2 a 3 segundos, por lo que el rendimiento de una máquina puede rondar los 100 m² por hora de trabajo, el material es resistente a los disolventes que regularmente son usados en la construcción como los son los adhesivos, pinturas, las pastas bituminosas, conservantes para la madera, sellantes y masillas (Chumillas, 20220).

Para impedir posibles daños en el poliuretano, es recomendable usar sistemas con densidad de 45 kg/m³ y con una resistencia a la compresión de al menos de 200 Kpa, gracias a la alta capacidad aislante del poliuretano no se obtiene en la construcción con ningún otro de los materiales aislante que frecuentemente son usados, esta importancia debe a su estructura que son pequeñas celdas que forma la espuma, y a la constitución del gas aislante obstruido en el interior de cada una de sus celdas, gracias a su baja conductividad térmica (Chumillas, 20220).

El vigor de la espuma de poliuretano se la puede dar el uso para aislar prácticamente superficie, como el hormigón, metal, madera chapa, esto se aglutina perfectamente a cada uno de estos materiales, gracias a sus excelentes propiedades es el aislamiento térmico más eficaz para áticos y desniveles, el PUR no incita a reacciones alérgicas y no produce o levanta polvo, así mismo, crea un entorno poco atractivo para las bacterias e insectos en cuanto a su durabilidad se estima 50 años de vida (Chumillas, 20220).

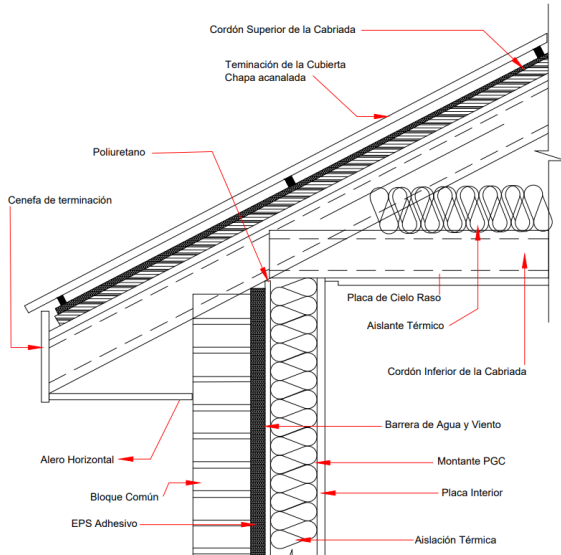
La espuma que usa como aislante es un material de construcción muy seguro cuando se cumplen las normas de seguridad, es de suma importancia que se tomen las precauciones o las medidas de protección personal cuando se esté aplicando, se debe usar ropa protectora, guantes con alta resistencia a los solventes y mascarera protectora de nariz, boca y ojos. En caso que se tenga contacto el poliuretano con la piel se debe proceder a lavar de forma inmediata la zona para evitar irritaciones o quemaduras en la piel (Chumillas, 20220) en Ecuador existen diferentes empresas o industrias que proveen este material que cumplen con las normativas para ser empleado en la construcción como; Ecuia Poliuretanos, Industrias Ver-ton, AISTERMCON, DISETEC, ARDEFEC.



Fig 46. Construcción de Tabiquerías con Aislante de Poliuretano
Fuente. (REITEMAN, 2019)



Fig 47. Construcción y Aislante de Poliuretano
Fuente. (REITEMAN, 2019)



Cubierta Inclinada Aislante Térmico con Poliuretano

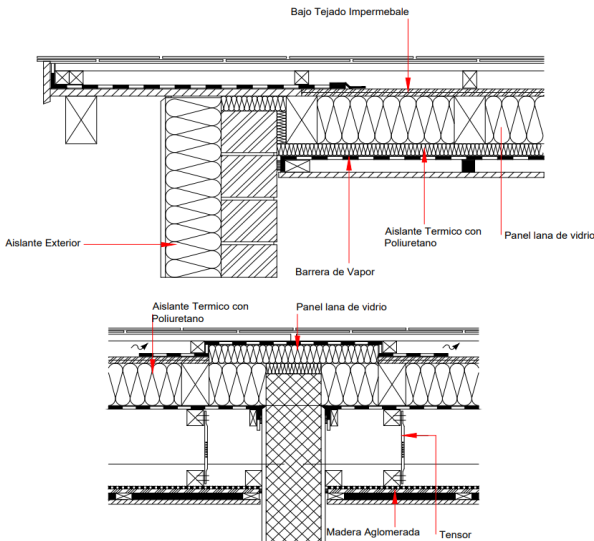
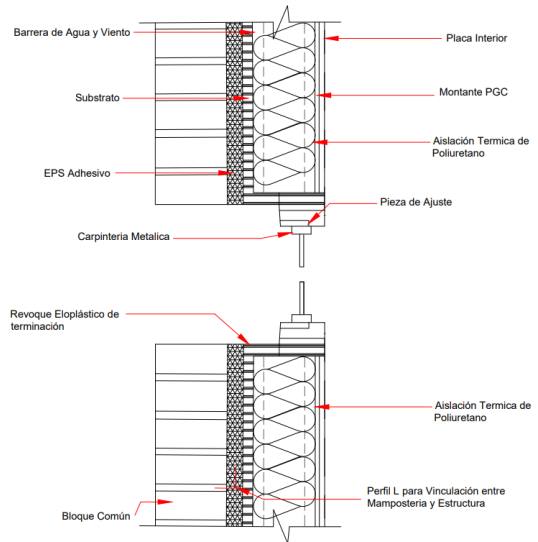
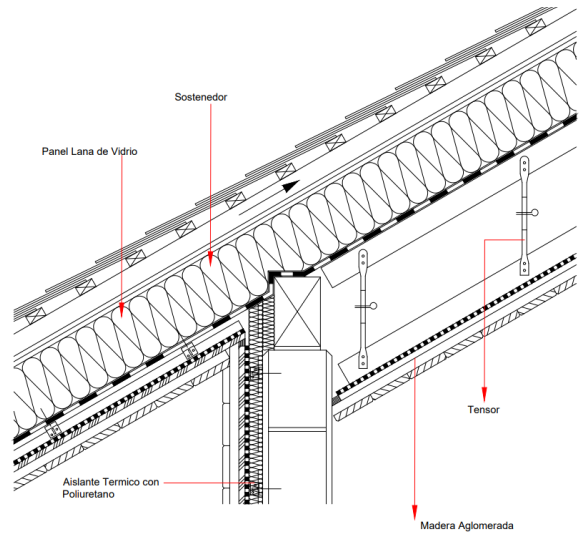


Fig 48. Detalles Estructurales de Madera Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia



Muro con Aislante y Cielorraso Suspendido
Fig 49. Detalles Estructurales de Madera Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 14. APU Material Tradicional Aislante Térmico Poliuretano

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:					
Aislante de Poliuretano					
Detalle:					Unidad: m2
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	2.00000	0.40000	0.80000	0.02400	0.01920
SUBTOTAL M:					0.01920
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon. E2	2.00000	3.99000	7.98000	0.03190	0.25000
Maestro mayor	0.10000	4.49000	0.45000	0.03190	0.01000
Colocador de aislante	0.13000	3.99000	9.09000	0.03000	0.27270
Ayudante de colocador de aislante	0.13000	3.99000	5.67000	0.03000	0.17100
SUBTOTAL N:					0.70
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
Panel rígido de poliuretano, superficie lisa y mecanizado lateral a madera 40 mm	m2	1.0500	10.98000	11.52900	
Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales	kg	1.0000	0.63000	0.63000	
Perfil de lamina curvada de acero prelacado de 0.6 mm de espesor y 15 mm ancho	m	0.3300	1.75000	0.58000	
SUBTOTAL O:					12.74
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	m2	1.00	\$ 0.10000	0.10000	
SUBTOTAL P:					0.10000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.56
INDIRECTOS %					24.00%
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.82
VALOR OFERTADO					16.82

Fuente. Elaboración Propia

Material Alterno Aislante de Celulosa

El aislante a base de celulosa admite una alternativa ecológica a las lanas minerales y a espumas químicas, destacándose como materia prima el papel reciclado primariamente de periódicos, que permite alcanzar el 75% de su composición, facilitando altas características como aislamiento térmico como acústico de esta forma nos permite desarrollar una construcción más sostenible y respetuosa para el medio ambiente, es un aislamiento ecológico usa poca energía incorporada para su fabricación y se lo puede reciclar esto no genera desechos (Venhaus, 2015).

El aislante de celulosa se puede moldear a cualquier hueco gracias a su excelente densidad que posee ayuda a minimizar el gasto de gas o electricidad tiene gran durabilidad sin malgastar el rendimiento para la colocación de este aislante se lo hace a través de celulosa insuflado que consiste en realizar perforaciones en las mamposterías o en las cubiertas esto se hace mediante mangueras, el aislante se lo coloca mediante bombeo o presión de aire al introducir queda sin fisuras de tal manera que aísla e impide el paso del aire hacia el interior de la edificación (Venhaus, 2015).

La celulosa se sobrepone, utilizando presión de aire y una baja cantidad de agua para que se pueda humedecer directamente sobre la superficie que se va a aislar, esto genera zonas uniformes sin uniones con todos los espacios cubiertos.

Este aislante no sujeta ningún tipo de sustancias químicas o aditivos que puedan ser nocivos para el usuario, además esto no provoca irritaciones en la piel es considerado un aislante inofensivo, otra de sus características fundamentales es un material permeable al vapor del agua, lo que significa que la edificación o la vivien-

da respira, deja que fluir el vapor de agua mediante sus muros disminuyendo las posibilidades de formación de humedades por condensación, tiene un comportamiento similar al de la madera que permite equilibrar las temperaturas máximas y mínimas (Venhaus, 2015).

La celulosa se lo puede encontrar en diferentes presentaciones o en distintos formatos; por ejemplo tipo manta como la presentación de las mantas de fibra de vidrio o lana de roca, además se la puede encontrar en celulosa suelta para ser utilizado en seco permitiendo rellenar superficies horizontales, este tipo de aislamiento no poseen plásticos y algunos de ellos permiten contribuir a captar CO2 durante el crecimiento es de rápida aplicación, además ayuda a evitar que se produzcan roedores e insectos (Venhaus, 2015).

La celulosa se considera un material higroscópico que puede equilibrar la humedad además presenta propiedades ignífugas protección contra los incendios, es un producto muy económico, en cuanto a la contribución energética para su producción este aislante es la mas baja de todos los aislantes que existen, en cuanto a su instalación existen técnicas adecuadas como el insuflado, soplado y el proyectado, para la obtención primero se debe retirar los elementos metálicos como lo son las grapas , se corta el papel en tiras a continuación se aplican las partículas del aditivo se debe rasgar el papel y finalmente se mezcla con aglutinante y compacta (Venhaus, 2015).

En cuanto a su vida útil es muy alta puede llegar a durar aproximadamente a los 50 años conservando todas sus prestaciones, su producción está atada a la gestión forestal responsables, los escasos y diferentes desechos que generan durante su producción y su aplicación son reciclados y reciclables, este material nos permite que su casa transpire de una forma libre y correctamente, per-

mitiendo equilibrar la humedad interior de la edificación y ayudando a mejorar la sensación térmica permitiendo vivir y desarrollar las actividades cotidianas en un espacio confortable la celulosa se comporta de manera anti-cíclica durante 12 horas (Venhaus, 2015).

El ciclo de vida del material es superior a 50 años, conserva todas las propiedades, es considerado un material inerte como todos los materiales de construcción al hablar de un producto reciclado es el aislante ecológico por excelencia. A continuación, presentare las principales beneficios o ventajas de la celulosa:

- Protege del frío y del calor
- Protege del viento
- Aísla el ruido
- Protege del fuego
- Transpirabilidad
- Evitas las humedades
- Durabilidad
- Material ecológico

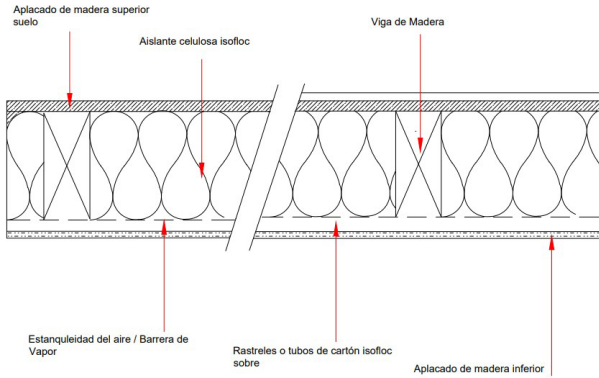
El aislamiento de celulosa se comporta de manera eficaz frente al frío, ya que tiene una conductividad térmica baja de $0.039 \text{ w/m}^{\circ}\text{k}$ permitiendo un gran resistencia al frío, además es un material que posee una alta inercia térmica, es capaz de almacenar durante el día y cederlo en las horas de la noche es una particularidad interesante en el invierno, en cuanto al calor la celulosa gracias a su inercia térmica es un excelente aislante de calor, es capaz de detener el paso del calor en la parte interna de la edificación durante varias horas al día dependiendo el espesor con que sea instalado, este desfase térmico coincidirá con las hora de descenso del sol (Venhaus, 2015). En conclusión es un aislamiento natural y muy saludable que no tiene elementos químicos lo que no perjudica a la salud, además de ser respetuosos con el medio ambiente disminuyendo los gases invernadero o CO₂.



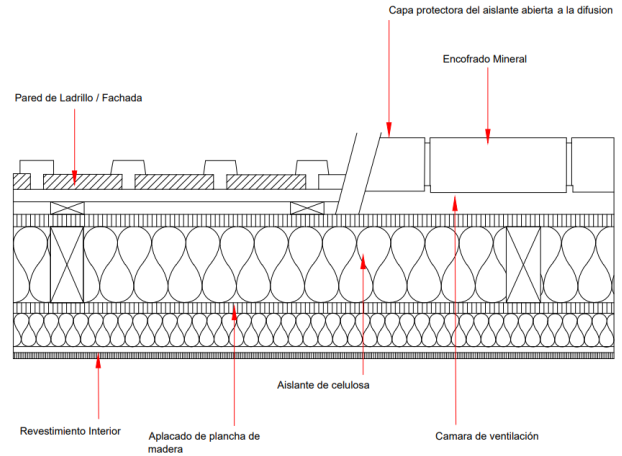
Fig 50. Construcción con Aislante de Celulosa
Fuente. (Ferro Ambiental, 2020)



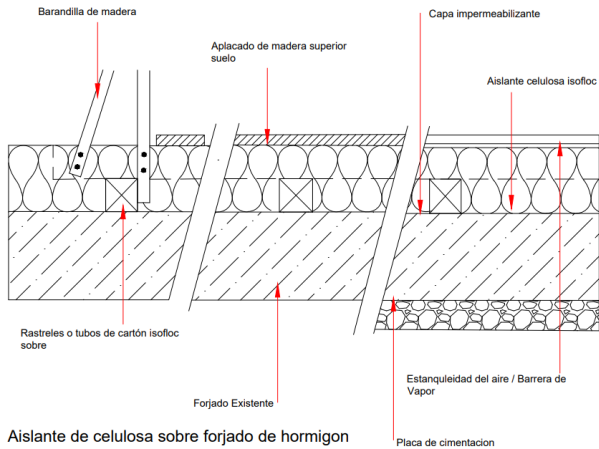
Fig 51. Aislante de Celulosa
Fuente. (Ferro Ambiental, 2020)



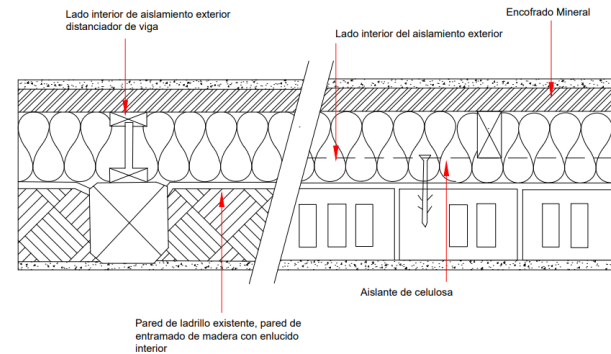
Cubierta de vigas de madera con aislante de celulosa



Pared Exterior, modelo vivienda de bajo consumo energético



Aislante de celulosa sobre forjado de hormigon



Aislamiento exterior sobre entramado de madera o pared de ladrillo macizo enfoscado

Fig 52. Detalles Aislante de Celulosa Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Fig 53. Detalles Aislante de Celulosa Esc 1:20
Fuente. Elaboración propia

Tabla 15. APU Material Alteno Aislante Térmico Celulosa

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro: Aislante de Celulosa					
Detalle:					Unidad: m2
EQUIPO					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramienta menor	2.00000	0.40000	0.80000	0.02400	0.01920
SUBTOTAL M:					0.01920
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peon. E2	2.00000	3.99000	7.98000	0.03190	0.25000
Maestro mayor	0.10000	4.49000	0.45000	0.03190	0.01000
Colocador de aislante	0.13000	3.99000	9.09000	0.03000	0.27270
SUBTOTAL N:					0.53
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
Panel rígido de celulosa, superficie lisa y mecanizado lateral a madera 40 mm	m2	1.0500	7.50000	7.87500	
Adhesivo cementoso para fijación de paneles aislantes, en paramentos verticales	kg	1.0000	0.63000	0.63000	
Perfil de lamina curvada de acero prelacado de 0.6 mm de espesor y 15 mm ancho	m	0.3300	1.75000	0.58000	
SUBTOTAL O:					9.09
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
Camion	m2	1.00	\$ 0.10000	0.10000	
SUBTOTAL P:					0.10000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.74
INDIRECTOS %				24.00%	2.34
UTILIDAD %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.07
VALOR OFERTADO					12.87

Fuente. Elaboración Propia



ETAPA 3
DIFUSIÓN DE RESULTADOS

FASE 4 Evaluación de Resultados Materiales Tradicionales y Materiales Alternos

El bloque de hormigón es un material que posee mucha energía incorporada, genera 2 CO₂/kg de contaminación ambiental, este material es más económico que el drywall pero este genera muchos residuos que son muy contaminantes y dañinos para el medio ambiente, en cuanto al drywall es un material con un costo elevado que se caracteriza por ser usado en un sistema de construcción en seco, este material que no requiere de mucha energía incorporada en cuanto a su instalación es rápida y sencilla nos ahorra tiempo al momento de construir, este material a minimizado el uso de energía al momento de producirlos, tanto durante la etapa de la construcción como en la elaboración de los diferentes

componentes, una vez finalizado el ciclo de vida de este material se los pueden reutilizar o reciclar, en cuanto a su adquisición se los puede encontrar en Quito que es de fácil acceso para los constructores, para la instalación de bloque no se necesita de una mano de obra calificada en cuanto al drywall se necesita de mano de obra calificada por ser nuevos métodos de construcción. En resultado el drywall es material costoso pero se obtendrá grandes beneficios ambientales que no perjudicaran al medioambiente tiene un menor impacto ambiental que la construcción húmeda, el drywall es diseñado para poder limitar el uso de combustibles fósiles.

Tabla 16. Análisis de Resultado Bloque de Hormigón y Drywall

ANÁLISIS DE RESULTADOS ENERGÍA INCORPORADA EN MATERIALES TRADICIONALES Y MATERIALES ALTERNOS EN LA CONSTRUCCIÓN							
Material	Energía Incorporada KWh/kg	Contaminación CO ₂ /kg	Costo Material	Lugar de Adquisición	Ventaja	Desventaja	Calificación de Material
Bloque de Hormigón 15cm (Tradicional)	0.6	2	\$ 18.82 (m2)	Quito	El bloque de hormigón se lo puede utilizar en diferentes áreas o maneras, son duraderos, pueden tener mucho tiempo de duración de vida sin tener que preocuparse por fisuras, además son ligeros por lo que no ocupan mucho espacio en la edificación.	Poca aislación contra el agua, esto puede provocar daños por filtración, el hormigón es uno de los principales contaminantes de la construcción que genera emisiones de CO ₂ tiene alta energía incorporada para su obtención.	
Drywall o SteelFraming (Alternativo)	0.4	1	\$ 65.50 (m2)	Quito	Minimiza los tiempos de ejecución, este material requiere de poco personal para ejecutar la construcción, permite trabajos limpios y eficientes, es 100% sísmico resistente, es adaptable a cualquier tipo de diseño arquitectónico, es un sistema de construcción en seco que se caracteriza por ser sostenible.	Al ser un nuevo método de construcción genera desconfianza al usuario, esto limita la demanda del mismo, el acero galvanizado es resistente al agua, el problema es la sensibilidad de otros materiales como el yeso o las placas de madera OSB, las cuales son muy sensibles y propensas a la humedad.	

Fuente. Elaboración Propia



El aislante de poliuretano y de la celulosa los dos se caracterizan por ser un aislante térmico frente al frío y al calor, el aislante de poliuretano es un material compuesto de plástico que tiene o requiere de mayor energía incorporada este material es muy dañino para el medio ambiente en cuanto a su costo es poco mas elevado al de celulosa tiene un alto índice de emisión y contaminación, emite alrededor de 17.3 CO2/kg.

En cuanto al aislante de celulosa en un material no contaminante y no emite ningún tipo de gas o sustancia toxica en cuanto a su costo es un material muy económico que se lo puede emplear en la construcción es un aislante térmico natural que puede durar para todo su ciclo de vida no requiere de mucha energía incorporada para su producción y fabricación a estos dos tipos de materiales

los fabrican y los elaboran en la ciudad de Quito es un material apto para proyectos de bioconstrucción, este material se lo obtiene a base de papel periódico reciclado teniendo como materia prima la celulosa tiene una energía incorporada alrededor de 0.2 Kwh/h.

Su capacidad de poder absorber el sonido y eliminar los ruidos que provienen del exterior, resultando un material excelente como aislamiento acústico, debido a que las emisiones de CO2 o de los gases de efecto invernador durante el proceso de la elaboración del aislantes de celulosa son muy bajas, teniendo en cuenta que la materia prima es empleada para su elaboración es reciclada y reciclables este es uno los aislantes más ecológicos del mercado requieres de un gasto y cantidad de energía inferior a la de otros aislantes.

Tabla 17. Análisis de Resultado Aislante de Poliuretano y Aislante de Celulosa

ANÁLISIS DE RESULTADOS ENERGÍA+A8:H12 INCORPORADA EN MATERIALES TRADICIONALES Y MATERIALES ALTERNOS EN LA CONSTRUCCIÓN							
Material	Energía Incorporada KWh/kg	Contaminación CO2/Kg	Costo Material	Lugar de Adquisición	Ventaja	Desventaja	Calificación de Material
Aislante de Poliuretano (Tradicional)	32.5	17.3	\$ 16.70 (m2)	Quito	Tiene muy buen comportamiento térmico soportando una variación amplia de temperaturas, al tratarse de una espuma, es un material ligero es poco espeso, y es recomendado para el uso como aislamiento térmico, además ayuda a reducir el consumo de energía y sus costes, ayuda como la lucha del cambio climático	Es un material a base de plásticos lo que llega hacer un material muy dañino para el ambiente, inconvenientes de la discontinuidad de aplicación puede afectar seriamente a las perdida de energía de colección y refrigeración.	
Aislante de celulosa (Alternativo)	0.2	0.1	\$ 12.87 (m2)	Quito	La celulosa es un excelente aislamiento térmico frente al frío, por su baja conductividad térmica y equilibrada densidad de aplicación lo que protegerá en zonas de climas muy fríos, es duradero disminuye el costo de la construcción este material además puede evitar que se produzcan humedades en las mamposterías, y puede aislar el ruido, es un material 100% ecológico no tiene mucha energía incorporada en su producción	Al cabo del tiempo sus excelentes cualidades aislantes se pueden ir deteriorando, en comparación con otros materiales la rigidez de la celulosa es significativamente menor, lo que no permite que se use como un aislante sin marco pendiente en el momento de la instalación.	



Fuente. Elaboración Propia

El acero es uno de los materiales mas contaminantes en la industria de la construcción para ser fabricado y producido este material requiere de bastante energía incorporada tiene alrededor de 9.7 Kwh/kg este material genera compuesto nocivos como el monóxido de carbono que contribuye a la lluvia acida que pueden llagar afectar el suelo sino tiene un correcto manejo puede llegar a causar mucha degradación de la tierra del agua y del aire.

En cuanto a la estructura de acero puede llegar a costar \$3.43 el kg se lo puede fabricar dentro de la ciudad en industrias de acero o en la siderúrgicas para la elaboración de este material se requiere de combustibles fósiles para poder alimentar a las maquinas y a las fabricad que producen todo el material. En cuanto a la madera

es un material sostenible que se le pueda dar uso en la construcción la mayor parte de la madera proviene del Oriente y Costa ecuatorianaeste material es mayormente costoso que el acero pero el uso de este material nos otorga grandes beneficios ambientales en la construcción la energía incorporada para la producción de este material bordea 1.4 Kwh/kg y la del acero es superior, una de sus desventajas es que en el país no se cuentan con grandes áreas o extensiones de arboles que se pueden dar uso para la construcción como en las estructuras este material es extraído de los arboles donde almacena y fija en su parte interna un gran porcentaje de carbono biogénico, sin duda es el material perfecto para poder contribuir a la reducción del dióxido de carbono. Es un material muy buscado por la industria de la construcción .

Tabla 18. Análisis de Resultado Estructura Madera y Estructura de Acero

ANALISIS DE RESULTADOS ENERGÍA INCORPORADA EN MATERIALES TRADICIONALES Y MATERIALES ALTERNOS EN LA CONSTRUCCIÓN							
Material	Energía Incorporada KWh/kg	Contaminación CO2/Kg	Costo Material	Lugar de Adquisición	Ventaja	Desventaja	Calificación de Material
Estructura Madera (Alterno)	1.4	1	\$ 21.88 (ml)	Cuenca	La madera es resistente al fuego tiene una alta capacidad aislante, se caracteriza un material óptimo para resistir sismos y disminuye el volumen de los cimientos, es un material sostenible otra de sus ventajas su velocidad de construcción es efectiva y disminución de costes.	Al ubicarnos en un país sísmico no es muy recomendable el uso de madera en estructuras, además es muy sensible y vulnerable a los agentes externos del medio ambiente como la lluvia en caso que no se cuide su durabilidad se reduce, las edificaciones son limitadas en dimensiones.	
Estructura Acero (Tradicional)	9.7	2.8	\$ 3.43 (Kg)	Quito	La estructura de acero nos brinda confianza y resistencia, minimiza los tiempos de ejecución además es resistente a cualquier tipo de deformación y resisten a todo tipo de desastre o movimientos sísmicos, brindan la máxima adaptabilidad en el cambio de uso, requiere menos volumen o meno superficie para resistir.	Tiene un alto indice de energía incorporada en su producción, son sensibles a los deterioros, si se exponen a temperaturas elevadas pierden su fuerza, en cuanto a su mantenimiento es un poco costoso además son sensibles a cualquier torcedura o movimiento, se requiere de personal especializado en la actividad.	

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 19. Comparativo del Uso de Materiales en los Sistemas Constructivos

CUADRO COMPARATIVO DEL USO DE MATERIALES EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS						
ACTIVIDAD	MATERIAL		VENTAJAS	DESVENTAJAS	EVALUACION DE RECURSOS-PRODUCTIVIDAD	RECOMENDACIÓN DE USO
Mamposterías	Bloques de cañamo	✓	Baja energía incorporada al momento de su producción	Producción limitada en el país, falta de conocimiento para el uso en la construcción	Baja inversión y buen aislante térmico	El uso del Steel framing tiene un alto costo beneficio por rendimientos y confort, es un material no muy contaminante
	Bloque prensado	✗	Bajos costos, es duradero se los pueden apilar en riesgo de colapso	Generación de altos desperdicios, y generación de contaminación ambiental	Baja productividad, y poca eficiencia térmica	
	Steel framing	✗	Es de fácil instalación, nos brinda trabajos mas limpios y eficientes	Es de mediana inversión, se necesita mano de obra calificada	Altos beneficios y alta productividad	
Aislamientos Térmicos en Mamposterías	Celulosa	✓	Bajos costos, evita la transmisión de calor y almacena energía	Poca explotación en el medio, poco conocimiento en la industria de la construcción	Buen rendimiento, fácil producción	La celulosa es buen aislante natural, de bajos costos, equilibrando las temperaturas máximas y mínimas no requiere de mucha energía incorporada en su producción
	Lana de vidrio	✗	Trabajabilidad, son seguros para la salud brindan ahorro energético	Contaminante, con el tiempo se va	Mediano rendimiento, buen aislante térmico	
	Poliuretano	✗	Es un material versátil, duradero y resistente, es fácil de instalar	Es muy contaminante, utilizada materiales a base de plásticos	Tiene un alto rendimiento en el medio y un es un excelente aislante térmico	
Estructura	Acero	✗	El acero nos permite edificar estructuras mas altas y mas esbeltas con mejor estética	Es un material muy contaminante posee alta energía incorporada en su producción, alto costo en su mantenimiento, se necesita mano de obra calificada en su instalación	Alta productividad, fácil instalación	Es recomendable el uso de la madera, es un material sostenible no requiere de alta energía incorporada en su fabricación, tiene alta capacidad de absorber carbono, su costo es elevado pero se obtendrán grandes beneficios ambientales en el futuro
	Madera	✓	La madera es menos contaminante, se lo puede renovar y reciclar produce menos desechos	Este material es muy costoso, en el medio no existe mucha materia prima para poder tratarla y se usada en la construcción, mano de obra calificada	Media productividad, no se cuenta en el medio con suficientes recursos	
Cielos Falsos	PVC	✗	Es de fácil instalación y limpieza, tiene buen aspecto estético, es aislante térmico	Este material es contaminante, puede desprenderse, pueden ocultar grietas y humedades que puede afectar al material	Alta productividad, fácil instalación al momento de emplearlos en la construcción	Se recomienda el uso de la fibra de mineral ya que sus laminas son biodegradables , no son contaminantes y libres de sustancias cancerígenas, se obtiene altos beneficios ambientales
	Gypsum	✗	Este material es aliado para diseñar techos falsos en menor tiempo, es resistente a la humedad	Se pueden dañar si se encuentran cerca de lavabos y baños, sus placas son muy contaminantes	Alta productividad en el medio, fácil instalación	
	Fibra mineral	✓	Sus laminas no son muy contaminantes es libre de sustancias es un material muy versátil	Es un material muy costoso	Media productividad, gran variedad de referencias con diferentes opciones de acabados	

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 19. Costo de Materiales Sostenibles en la Construcción

Materiales Baja Energía Incorporada - Alternos			
Material	Energía Incorporada	Emisiones	Valor del Material
Aislamiento de corcho	7.22	0	\$15.15
Aislamiento de fibra de vidrio	7.7	1.3	\$23.35
Aislamiento de celulosa	0.2	0	\$12.87
Adobe	4.1	0.1	\$1.00
Bituminos	0.9	0.5	\$12.64
Carton de Yeso	1.87	0.3	\$33.80
Tejas de arcilla	1.8	0.4	\$48.00
Tejas de fibra densidad media	3	0.7	\$23.00
Paca de paja	0.2	0	\$62.50
Granito	0.1	0	\$37.39
Yeso	0.5	0.2	\$5.25
Bloques de cañamo	0.3	0	\$0.25
Bloques ceramico de arcilla	0.7	0.2	\$0.35
Aislamiento natural	0.8	0.2	\$10.00
Madera laminada	1.4	1	\$21.88
Tableros de madera densidad media	3	0.6	\$15.69
Pinturas naturales	0.3	0.1	\$25.89
Aislamiento de algodón	0.4	0.1	\$10.75
EPDM impermeabilizante	0.6	0.2	\$10.00

Fuente. Elaboración Propia



REFLEXIONES FINALES

En conclusión es importante tener en cuenta y considerar la energía incorporada y las diferentes emisiones de CO2 que están relacionadas a la fabricación y producción de los materiales de construcción, si bien es inevitable realizar una edificación con la disminución de la demanda de la energía operada y la energía incorporada pero es posible balancear este coste energético, por ejemplo podemos emplear aislamiento de origen vegetal y animal, materiales que puedan ser reciclados sin dejar de lado la durabilidad de los mismos también pueden ser elementos de origen orgánico.

Hoy actualmente existe la necesidad de animar a la sociedad como profesionales y estudiantes fomentar la conciencia ambiental uno de los factores claves de la sostenibilidad es la creatividad y la responsabilidad se basa en promover beneficios sociales, generar calidad de vida para el usuario y responsabilidad social siempre pensando de forma equitativa, lo que hace falta es tener un cambio de cultura tanto social como empresarial.

Los proyectos de edificación que cuenten con estrategias sostenibles implican una inversión adicional entre el 2 al 15% con relación al costo inicial de un edificio con materiales tradicionales, sin embargo, los beneficios tanto ambientales, sociales y económicos son positivos a lo largo de su ciclo de vida son invaluable, es de suma importancia realizar un análisis de ciclo de vida de los diferentes material teniendo una visión mas global de su rendimiento ambiental que nos permita o nos ayude a la elección de materiales alternos.

Se debe buscar o emplear productos y métodos amigables con el medio ambiente que no intoxiquen o contribuyan innecesariamente con el aumento de residuos de materiales, en cuanto a la sustentabilidad en las edificaciones debe incorporarse desde la concepción del proyecto, se debe tener una correcta planificación en conjunto con el equipo de trabajo es una meta que estará siempre presente en todas las etapas y decisiones que se tomen en el proyecto.

Los sistemas de certificación EDGE nos han demostrado y verificado que son herramientas muy potentes y útiles en la ejecución de particas o estrategias de construcción sostenible de edificios. El manejo de materiales sostenibles con baja energía incorporada representa un menor impacto ecológico para el planeta tierra el objetivo es disminuir la energía incorporada en su fabricación y bajar la huella ecológica para evitar el agotamiento de los recursos naturales no renovables.

Al usar las estrategias sustentables minimizaremos el uso de los recursos no renovables y además disminuirá la producción de desperdicios durante el ciclo de vida. Debemos impulsar una arquitectura que nos permite mejorar la calidad de vida de los usuarios que se respete y se logre integrar al entorno, aprovechando de manera respetuosa los recursos que nos brinda la naturaleza para lograr el objetivo de eficiencia energética en los diseños arquitectónicos.

Los procesos de producción y fabricación de algunos materiales de construcción desarrollan grandes cantidades de CO2 independiente del consumo generado por el uso de energía, las emisiones mas relevantes son las creadas especialmente por la elaboración del cemento en la etapa del Clinker. El conocimiento de construcción ecológica se esta integrando ahora en la actualidad en el proceso de diseño de arquitectura e ingeniera que es asistido

por la metodología BIM que no ayuda a lograr un diseño sostenible mediante simulaciones e informes y una calificación de desempeño ambiental en una serie de edificaciones o proyectos, se espera que el diseño acompañado con el BIM (Building Information Modeling) tenga claro la guía y el marco para poder disminuir las emisiones de contaminantes durante el tiempo de ciclo de vida desde la etapa de diseño hasta su etapa de operación.

Los materiales con baja energía incorporada nos brindan grandes beneficios al momento de construir, son de fácil y de rápida instalación, es muy importante que las entidades gubernamentales intensifiquen las medidas y obligaciones para poder certificar el cuidado del medio ambiente, es hora de educar a profesionales, maestros y constructores sobre un visión más sostenible en las construcciones, es recomendable usar materiales que sean de la zona y sencillo con un proceso rápido de armado que no se utilice equipos especiales que consuman mucha energía de esta forma contrarrestamos las emisiones de efecto invernadero en las actividades de la construcción. El uso de materiales de baja energía incorporada nos ayuda a generar un correcto confort sin necesidad de electrodomesticos que consumen mucha energía.

Es importante incorporar la domótica y la tecnología para poder mejorar la eficiencia energética al momento de fabricar los materiales, usar energía renovables o fuentes de energía que sean originarias de energías renovables, este tipo de arquitectura no permite optimizar el uso de recurso naturales como el viento y la luz solar, debemos aprovechar de lo materiales alternos como los son la madera, el cáñamo, bambú, la paja entre otros más, la construcción sostenible ayuda a mejorar la productividad de los trabajadores durante la construcción gracias a mejores espacios o entornos de trabajo. Al tener en cuenta todos estos aspectos positivos lograremos diseñar y proyectar espacios mas eficientes y sanos.



RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear métodos y prácticas de construcción sostenible en edificios nuevos y existentes en Quito, es importante elaborar sistemas de certificación ambiental para las edificaciones de diferentes tipologías que pueden ser aplicadas localmente, es importante trabajar o iniciar diálogos con las entidades estatales para generar estrategias o normas que permitan usar materiales de baja energía incorporada se puede hacer mediante impuestos que exijan a los constructores el uso de estos materiales que busque reducir el impacto ambiental.

Además, se recomienda instruir a los fabricantes de los materiales de construcción que puedan conocer nuevos métodos o técnicas que no incorporen mucha energía incorporada al momento de producirlos, con ayuda del gobierno que permitan facilitar todos los instrumentos para iniciar nuevos métodos de producción y adquisición, facilitar o contribuir a la responsabilidad y concientización medio ambiental generando espacios informativos y de discusión que permitan entender sobre la sostenibilidad empleada en las edificaciones.

Es muy importante al momento de planificar abordar el tema de sostenibilidad de los materiales que se va usar al momento de construir para minimizar el uso de energía, haciendo que las edificaciones nuevos y renovados sean de bajo costo al momento de operar. Se debe considerar diseños de edificios parametricos que permitan o faciliten el uso de los materiales tradicionales en las edificaciones, se debe trabajar en conjunto para el éxito.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J., & Guzowski, E. (2021). Guía didáctica Materiales y materias primas. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewj_96-bg-H8AhWLRjABHfs4C-6gQFnoECAoQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.inet.edu.ar%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012%2F11%2Fmade-ra.pdf&usq=AOvVaw3J88b-ysxACHfmC97EWKAs
- Alvarez, G. (2013). Energía en Edificaciones. En *Revista Mexicana de Física* (Vol. 59, Issue 2). <http://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=57030971006>
- ARCHDESK. (2021, marzo 4). ¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente? <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>
- Arquima. (2018, marzo 6). Qué es la Eficiencia Energética en la construcción de edificios y viviendas. <https://www.arquima.net/que-es-la-eficiencia-energetica-en-la-construccion-de-edificios-y-viviendas/>
- Azzi Merced, Duc Hiep, & Ha QP. (2015). Toward sustainable energy usage in the power generation and construction sectors - a case study of Australia. *Automation in Construction*, 59, 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.08.001>
- Bautista Juan, & Loaiza Nelson. (2018). IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y TRADICIONAL A NIVEL AMBIENTAL SEMILLERO DE COMPETITIVIDAD ECONÓMICA AMBIENTAL (CEA) PROYECTO CURRICULAR ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL (Vol. 12, Issue 1).
- Cañas Jose. (2016). MATERIALES DE CONSTRUCCION. 1, 1–16.
- Casañas Virginia. (2011). LA ENERGÍA COMO INDICADOR DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CONFORMADOS A PARTIR DE MATERIALES DE PRODUCCIÓN NACIONAL. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/75713/000883273.pdf?sequence=1>
- Chumillas, M. (20220). POLIURETANO PROYECTADO E INYECTADO. www.aisla.org
- Dascalaki Elena, Argiropoulou Poulia, Balaras Constantinos, Droutsas Kalliopi, & Kontoyiannidis Simon. (2021). Analysis of the embodied energy of construction materials in the life cycle assessment of Hellenic residential buildings. *Energy and Buildings*, 232. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110651>
- Daza Pablo. (2010). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE CIVIL DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.
- Ding Lei, Yu Weiping, & Shang Chao. (2021). Research on the promotion of efficient and energy-saving architecture in brand management. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2020.100503>
- EcoHabitar. (2022, octubre 4). Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida. <https://ecohabitar.org/impacto-de-los-materiales-de-construccion-analisis-de-ciclo-de-vida/>
- EDGE. (2020). Edificios verdes para un planeta más inte-

ligente. <https://gbc-edge.s3.amazonaws.com/edge-online/s3fs-public/resources/edge-spanish-brochure.pdf>

•González Alleck, & Guerrero Luis. (2021). Bajareque tecnificado. Evaluación de energía incorporada y emisiones de co2 en comparación con la edificación convencional.

•González Pablo. (2017). DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS Y ENERGÉTICOS EN EDIFICIOS USANDO REDES DE CONTROL. 1, 1–103. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7518/6/UDLA-EC-TIERI-2017-06.pdf>

•Gramas. (2014, enero 22). Energía Incorporada. <https://gramaconsultores.wordpress.com/2014/01/22/energia-incorporada/>

•Hernandez Sampieri. (2014). LIBRO_ INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA_ HERNANDEZ SAMPIERI. 3.

•INEC. (2011, agosto 24). El 80% de las empresas en Ecuador no invierten en protección ambiental. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-80-de-las-empresas-en-ecuador-no-invierten-en-proteccion-ambiental/>

•INEC. (2012). INFORMACIÓN AMBIENTAL EN HOGARES.

•Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2019). Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador. <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/#:~:text=En%20este%20documento%20elaborado%20por,a%201.517%20kWh%20por%20habitante.>

•International Energy Agency. (2017, abril 5). Eficiencia Energética en Edificios. <http://inennormalizacion.blogspot.com/2017/04/eficiencia-energetica-en-edificios.html>

html

•Kommerling. (2021, julio 6). La energía embebida de los materiales. <https://retokommerling.com/energia-embebida-materiales/>

•Loaiza Nelson y Bautista Juan. (2017). CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES Y LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL. 23, 1–15. <https://www.re-dalyc.org/journal/6651/665170661001/html/>

•Matute María. (2014). TECNOLOGÍA SOSTENIBLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADA AL DISEÑO DE UNA VIENDA [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5539>

•Mejía, E. (2013). Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR).

•Molina Peggi, & Sabando Maria. (2022). La Eficiencia Energética en la Arquitectura. Estudio de caso: Edificio del Gobierno Provincial de Manabí en la ciudad de Portoviejo. Universidad San Gregorio de Portoviejo.

•Morán, J. (2015). Manual de Construcción con Bambú Construir con Bambú. www.inbar.int/la_office/default.htm

•Muñoz Mercedes. (2021). LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS. ANALISIS REGULATORIO Y CASO PRÁCTICO Curso 2020-21.

•Navarro David, & Lanzón Marcos. (2018). Construction materials: Strategies for teaching in architecture schools. *Estoa*, 7(14), 45–53. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n014.a03>

•NEC. (2014). ESTRUCTURAS DE ACERO.

•NEC. (2015). ESTRUCTURAS DE MADERA. <https://onli-ne.portoviejo.gob.ec/docs/nec8.pdf>

•Quesquen, K. (2019). El sistema Drywall como alternativa constructiva sostenible. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14375/Quesqu-c3%a9n%20Alc%3%a1ntara%20Karla%20Mar%3%a-da%20del%20Carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

•Quispe Nicole. (2016). ANÁLISIS DE LA ENERGÍA INCORPORADA Y EMISIONES DE CO₂ APLICADO A VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Tesina Final de Máster. <https://www.waie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/10/Quispe-Gamboa-Claudia-Nataly.pdf>

•Redacción INMOBILIARE. (2020, octubre 5). Edificios consumen 40% de la demanda energética y emiten un tercio de los gases efecto invernadero. [https://inmobiliare.com/edificios-consumen-40-de-la-demanda-energetica-y-emiten-un-tercio-de-los-gases-efecto-invernadero/#:~:text=Sustentabilidad-,Edificios%20consumen%2040%25%20de%20la%20demanda%20energ%C3%A9tica%20y%20emiten%20un,de%20los%20gases%20efecto%20invernadero&text=A%20nivel%20mundial%20los%20edificios,gases%20efecto%20invernadero%20\(GEI\)](https://inmobiliare.com/edificios-consumen-40-de-la-demanda-energetica-y-emiten-un-tercio-de-los-gases-efecto-invernadero/#:~:text=Sustentabilidad-,Edificios%20consumen%2040%25%20de%20la%20demanda%20energ%C3%A9tica%20y%20emiten%20un,de%20los%20gases%20efecto%20invernadero&text=A%20nivel%20mundial%20los%20edificios,gases%20efecto%20invernadero%20(GEI))

•Rocha Víctor, J. L. (2016). Eficiencia Energética en la Edificación. https://administracionytecnologiaparaeldi-seno.azc.uam.mx/publicaciones/anuario_2016/02.pdf

•Rojas Luisa. (2021, noviembre 9). Densidad energética. https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Densidad_energ%C3%A9tica

•Salas, R. (2015). Uso y Aplicaciones del Cañamo Industrial como Material en la Construcción. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjdwLX-6uL8AhWjTDABHbJ7B_MQFn0ECDc-QAQ&url=http%3A%2F%2F repositorio.udec.cl%2Fjspui%2Fbitstream%2F11594%2F7526%2F1%2F-Tesis%2520Usos%2520y%2520aplicaciones%2520del%2520c%25C3%25A1%25C3%25B1amo%2520industrial%2520como%2520material%2520en%2520la%2520construcci%25C3%25B3n.Image.Marked.pdf&usg=AOvVaw2PWhS8e2zEd4fbyRZhvpPI

•Redacción INMOBILIARE. (2020, octubre 5). Edificios consumen 40% de la demanda energética y emiten un tercio de los gases efecto invernadero. [https://inmobiliare.com/edificios-consumen-40-de-la-demanda-energetica-y-emiten-un-tercio-de-los-gases-efecto-invernadero/#:~:text=Sustentabilidad-,Edificios%20consumen%2040%25%20de%20la%20demanda%20energ%C3%A9tica%20y%20emiten%20un,de%20los%20gases%20efecto%20invernadero&text=A%20nivel%20mundial%20los%20edificios,gases%20efecto%20invernadero%20\(GEI\)](https://inmobiliare.com/edificios-consumen-40-de-la-demanda-energetica-y-emiten-un-tercio-de-los-gases-efecto-invernadero/#:~:text=Sustentabilidad-,Edificios%20consumen%2040%25%20de%20la%20demanda%20energ%C3%A9tica%20y%20emiten%20un,de%20los%20gases%20efecto%20invernadero&text=A%20nivel%20mundial%20los%20edificios,gases%20efecto%20invernadero%20(GEI))

•Solerpalau. (2020, julio 6). Construcción sostenible: los materiales más utilizados. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/construccion-sostenible/>

•Sornoza, J., Caballero, B., Veliz, J., & Zambrano, R. (2022). Materiales Alternativos Empleados en la Construcción de Viviendas en Ecuador. 1–26. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3875>

•Specson. (2020, agosto 12). MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL. <https://specs-consultoria.com/blog/materiales-de-construccion-de-bajo-impacto-ambiental>

- Urgilés Diana. (2017). INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA INCORPORADA Y LAS EMISIONES DE CO2 EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL BLOQUE EN UNA FÁBRICA DE CUENCA – ECUADOR. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28601/1/ART%C3%8DCULO%20CIENT%C3%8DFICO_%20URGIL%C3%89S%20DIANA.pdf
- Uribe Maria. (2021). APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA A DIFERENTES PROCESOS DE LA CONSTRUCCIÓN.
- Venhaus, M. (2015). LA CELULOSA DE PAPEL RECICLADO PARA AISLACIÓN TÉRMICA DE EDIFICIOS, EN EL CONTEXTO TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO Y ECONÓMICO DEL NEA. 1–5. <http://arquisur.org/web2018/wp-content/uploads/2018/07/VENHAUS-HELD-INV-EN-FORMACION.pdf>
- Venkatarama Bv, & Jagadish Ks. (2010). Energía incorporada de la construcción común y alternativa materiales y tecnologías. 35, 129–137. www.onlinedoctranslator.com

— UNIVERSIDAD —
INDOAMÉRICA

Quito, 2023