



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO EJECUTIVO “MI CASA ECOLÓGICA”  
DISMINUYENDO LA HUELLA DE CARBONO

**T E S I N A**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN**

P R E S E N T A :

**ING. MARTÍN MUCIÑO GUTIÉRREZ**

DIRECTOR DE TESINA: M.I. MARCO TULIO MENDOZA ROSAS

MÉXICO CDMX.

NOVIEMBRE 2022

Resumen		1
Objetivo		2
Antecedentes		3
<b>I.</b>	<b>Problemática</b>	5
	1.1 Cambio climático	8
	1.2 La construcción y su impacto en la generación de gases de efecto invernadero	14
	1.3 Las emisiones de CO <sub>2</sub> y la huella de carbono	15
	1.4 Materiales de construcción y su generación de CO <sub>2</sub>	20
<b>II.</b>	<b>La vivienda y construcción tradicional en México</b>	27
	2.1 La madera como opción de construcción	30
	2.2 La vivienda sustentable y ecotecnias para “mi casa ecológica”	37
<b>III.</b>	<b>Proyecto de casa habitacional “mi casa ecológica”</b>	45
	3.1 Plantas, alzados y renders	46
	3.2 Materiales a utilizar	54
	3.2.1 Cimentación	54
	3.2.2 Muros	56
	3.2.3 Losas	57
	3.2.4 Pisos	59
	3.2.5 Cancelería	60
<b>IV.</b>	<b>Cálculo de CO<sub>2</sub> equivalente de materiales seleccionados</b>	62
	4.1 Cálculo y comparativa de materiales de reemplazo	61
<b>V.</b>	<b>Planos de proyecto</b>	69
	5.1 Cimentación	69
	5.2 Estructura	70
	5.3 Sanitario	76
	5.4 Hidráulico	78
	5.5 Eléctrico	81
<b>VI.</b>	<b>Presupuesto y cronograma</b>	83
	6.1 Presupuesto BASE de casa industrializada	83
	6.2 Presupuesto BASE de “mi casa ecológica”	85
	6.3 Diagrama de Gantt y cálculo de ruta crítica	87
<b>VII.</b>	<b>Resultados y conclusiones</b>	88
	Bibliografía	90
	Anexo 1 Cronograma “mi casa ecológica”	92

## **Agradecimientos**

---

En primer lugar, agradezco a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de estudiar este posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca brindada para cursar la Especialidad en Construcción.

A mi director de tesina el M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas, por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, gracias por la confianza, consejos y sus palabras de fortaleza para creer en lo valioso que es mi proyecto.

A mis padres y hermanos, a mi esposa Anabel, mi amor y compañera de vida que me apoya e impulsa a lograr mis objetivos, a mi hijo Leonardo, quien me dio las ganas de vivir y de no parar más bien seguir adelante con mis proyectos y a mi hija Julieta, la razón de mi felicidad.

Sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el suyo.

A todos, muchas gracias.

*Proyecto ejecutivo “mi casa ecológica” disminuyendo la huella de carbono*, en esta tesina se desarrolló el proyecto de construcción de una casa habitacional industrializada y una ecológica, la casa industrializada se construye con materiales que pasan por procesos industriales, como son; el cemento, mortero, concreto, arena, grava, varilla, block, losa reticular aligerada y pisos cerámicos. La casa ecológica se integra por materiales industrializados y materiales naturales como la piedra, el sillar, techos y pisos de madera. Además, se propone la implementación de ecotecnias como son, calentadores solares de agua, paneles solares de generación eléctrica, captación de agua pluvial para uso doméstico y tratamiento de agua residual con la implementación de un biodigestor.

“**Mi casa ecológica**”, tiene como objetivo la disminución de CO<sub>2</sub> en la construcción de espacios habitacionales, CO<sub>2</sub> principal gas que causa el fenómeno de efecto invernadero provocando el aumento en la temperatura del planeta.

Esta tesina por medio de un proyecto ejecutivo propone una forma de construcción de casa habitación tipo residencial de 331 m<sup>2</sup> de construcción, en la cual se demuestra cómo se puede ser amigable con el planeta, y que en su construcción se puede disminuir considerablemente la generación de CO<sub>2</sub>.

“**Mi casa ecológica**” brinda la posibilidad de cambiar la manera con la que actualmente construimos casas en México, esta nueva forma de construcción nos permitiría lograr el objetivo principal, disminuir nuestra huella de carbono.

## **Objetivo**

---

Desarrollar una propuesta de proyecto ejecutivo de espacios habitacionales para mitigar la huella de carbono, a través del uso de materiales con baja emisión de CO<sub>2</sub> y de la desconexión del sistema urbano de servicios de luz, agua y drenaje.

## Antecedentes

---

En México para el año de 1910 éramos apenas 15 millones de habitantes, los cambios en las esferas política y jurídica originados por la revolución mexicana fueron el punto de partida para la injerencia estatal en la dotación de vivienda, la Constitución de 1917 fue el resultado de un compromiso social y económico para la modernización del Estado y la estructura económica capitalista, la situación de la vivienda a finales de los años veinte no difería mucho de las circunstancias generales que envolvían al país, aunque el artículo 123 constitucional contemplaba la obligación de los patrones que emplearan a más de 100 trabajadores de proporcionar habitaciones cómodas e higiénicas, esto distaba de ser una preocupación por atender un problema social de los derechos laborales que establecía la constitución.<sup>1</sup>

En el sexenio de Miguel Alemán, los dos únicos organismos capaces de financiar las viviendas, el Banhuopsa y la Dirección de Pensiones Civiles, asumieron directamente la promoción y encargaron el diseño y la construcción de los conjuntos habitacionales a empresas privadas. En el periodo 1947-1952, el Banhuopsa otorgó 5,079 créditos. Por su parte, la Dirección de Pensiones Civiles inició su promoción de vivienda con el primer multifamiliar de México, el conjunto Miguel Alemán. El arquitecto Mario Pani, aprovechó la oportunidad para proponer un proyecto para la construcción de 1,080 departamentos, en lugar de la propuesta original de levantar doscientas casas. Esto fue un reconocimiento del gobierno a la importancia de la vivienda en alquiler para resolver las necesidades habitacionales. El crecimiento de la población urbana, que comenzó a finales de los años cincuenta, aumentó la necesidad de suelo, servicios básicos, infraestructura y vivienda. Hacia 1970, la población urbana era 58.7% del total con la expansión de las grandes urbes, como la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, hacia los municipios periféricos en esos años superábamos los 48 millones de habitantes.<sup>2</sup>

El gobierno de Luis Echeverría conformó una comisión nacional tripartita (trabajadores, empleadores y Estado) que impulsó las reformas al artículo 123 constitucional. Las modificaciones y adiciones fueron: “Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, estará obligada según lo determinen las leyes reglamentarias a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas; esta obligación se cumplirá, mediante las aportaciones que las empresas hagan a un fondo nacional de la vivienda a fin de constituir depósitos en favor de sus trabajadores y establecer un sistema de financiamiento que permita otorgar a éstos, crédito barato y suficiente para que adquieran en propiedad tales habitaciones”. Igualmente, se modificó la Ley Federal del Trabajo (artículos 136 a 153), estableciendo la aportación obligatoria de los empleadores de 5% sobre los salarios de los trabajadores. En mayo de 1972, para administrar estos recursos, se creó el

---

<sup>1</sup> (Nieto, 2016)

<sup>2</sup> (Nieto, 2016)

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), para beneficiar a los trabajadores asalariados de las empresas privadas y de algunas paraestatales.

Es decir, tuvo que pasar más de medio siglo para que se cumpliera parcialmente con lo establecido en el artículo 123 de la Constitución de 1917.<sup>3</sup> En años más recientes la constitución en su artículo 4º constitucional, menciona que protegerá la organización y el desarrollo de la familia, donde se cita en su párrafo adicionado DOF 17/06/1983 “Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo”, Actualmente para 2020, ya han pasado más de 100 años de estos grandes avances en la vivienda, sin embargo, ya somos 126 millones de habitantes en México. ¿Y cómo están nuestras cifras en vivienda?

Según datos del INEGI<sup>4</sup> para 2020 son 35,219,141 viviendas particulares habitadas, en un promedio de 3.6 habitantes por vivienda, y un déficit de 8.2 millones de casas para 2021.<sup>5</sup>

Hoy en día las necesidades de vivienda siguen siendo una preocupación tanto para los habitantes como para el Estado, el objetivo ha sido claro, proveer de vivienda a la población ya sea por recursos propios o mediante las instituciones del Estado.

Y a todo esto, en donde entra la vivienda sustentable. ¿Qué es la vivienda sustentable?, ¿Qué es la construcción sustentable? ¿Cuántos gases de efecto invernadero han producido estos 35 millones de casas en su construcción y operación?

En esta tesina, se busca la manera de proporcionar una opción de vivienda, que, en su construcción y operación, disminuya en un gran porcentaje los gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>. ¿disminuir la huella de carbono en una vivienda es posible?

Un análisis más detallado de como esta nuestro planeta por el calentamiento global, responder a la pregunta de que es la huella de carbono y como se calcula para materiales que se utilizan en la construcción de vivienda, como la madera puede ser nuestra aliada en la lucha contra los gases de efecto invernadero, que materiales utilizar, y que ecotecnias novedosas pueden ayudarnos a desconectarnos de los servicios públicos. Esta tesina muestra la manera de hacer una casa hibrida, con materiales diversos que ayuden a reducir la generación de CO<sub>2</sub> en su construcción y operación.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> (Nieto, 2016)

<sup>4</sup> (INEGI, 2022)

<sup>5</sup> (Vazquez, 2021)

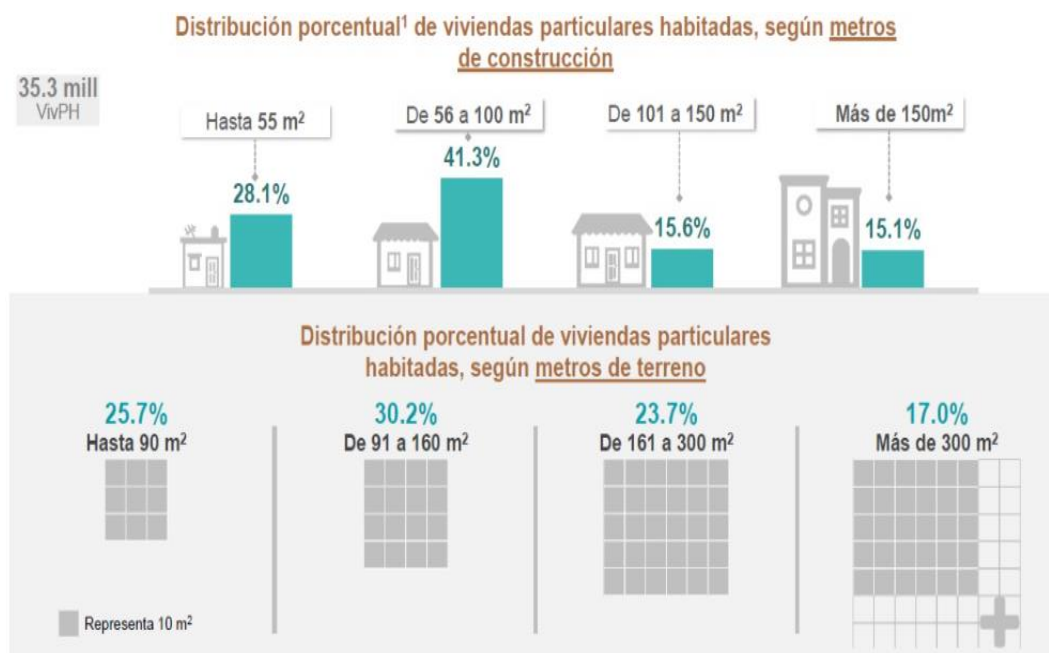
<sup>6</sup> (Muciño, 2022)

## I. Problemática

En un levantamiento de datos de octubre a noviembre de 2020 realizado en más de 55 mil hogares, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) dio a conocer un estatus parcial de la vivienda a la mitad del Gobierno Federal.

Con diversas temáticas como financiamiento o acceso a hipotecas, gastos, viviendas secundarias, demanda y necesidades, impacto por COVID y características básicas de la vivienda, el análisis arrojó una situación dispar e inequitativa en la tenencia de las casas en México.

Para algunos especialistas, la dinámica de las casas-huevito a través de hipotecas que se llevó a cabo en México durante décadas, sigue predominando. 41.3% de las viviendas en México miden de 56 a 100 metros cuadrados, mientras que 28.1% lo están en casas menores a 55 metros cuadrados con Campeche, BCS, Chiapas, Quintana Roo y Veracruz tienen los porcentajes más altos, con índices superiores al 40% en cada entidad.

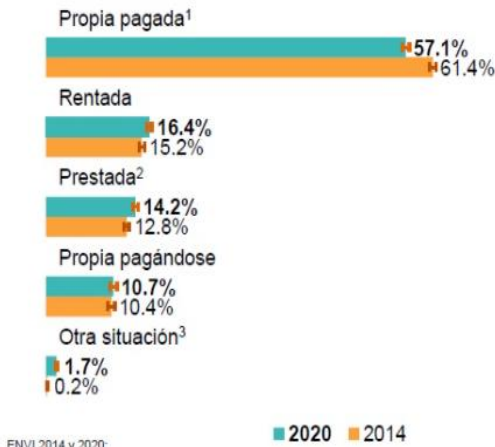


*Ilustración 1 : Fuente INEGI, Metros Construidos y de Terreno*

La gente renta porque más la mitad de la población no tiene acceso a hipotecas. En este rubro, 51.4% no tiene acceso a crédito; por otro lado, 16.4% de la población renta alguna vivienda, y 61.4% de la población tiene casa propia pagada.

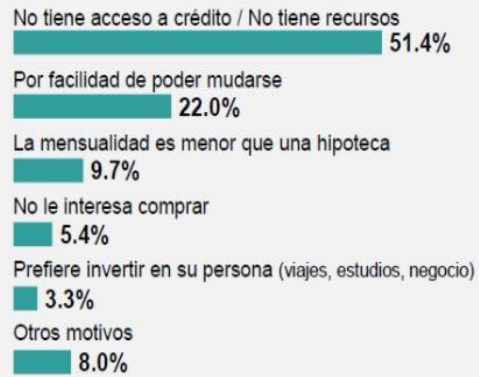


**Distribución porcentual de viviendas particulares habitadas por tipo de tenencia, según año de levantamiento**



ENVI 2014 y 2020:  
<sup>1</sup> En vivienda propia se incluye: intestadas o en litigio.  
<sup>2</sup> Incluye viviendas obtenidas de forma diferente a las enlistadas, como las viviendas invadidas.  
<sup>3</sup> Incluye viviendas prestadas por familiares o amistades y viviendas prestadas por el trabajo.

**Distribución porcentual de viviendas particulares habitadas rentadas, según motivo principal de renta<sup>4</sup>**



**5.8 millones** viviendas rentadas  
**54.0%** de ellas con contrato de renta vigente

*Ilustración 2: Fuente INEGI Tenencia de la vivienda*

La autoconstrucción predomina en México. 57.3% de la población ha autoconstruido su casa; 20.8% la ha podido comprar nueva, y el 14.6% la compró usada. En las entidades con mayor autoconstrucción fueron Oaxaca, Guerrero, Tlaxcala, Chiapas e Hidalgo.

Los mexicanos autofinancian sus casas. En cuanto a fuente de financiamiento, 65.4% de la población hizo su casa con recursos propios; 18% a través de Infonavit; y solo 9.1% fue a través de institución financiera privada.

**Distribución porcentual de viviendas particulares habitadas propias<sup>1</sup> por año, según fuente de financiamiento**



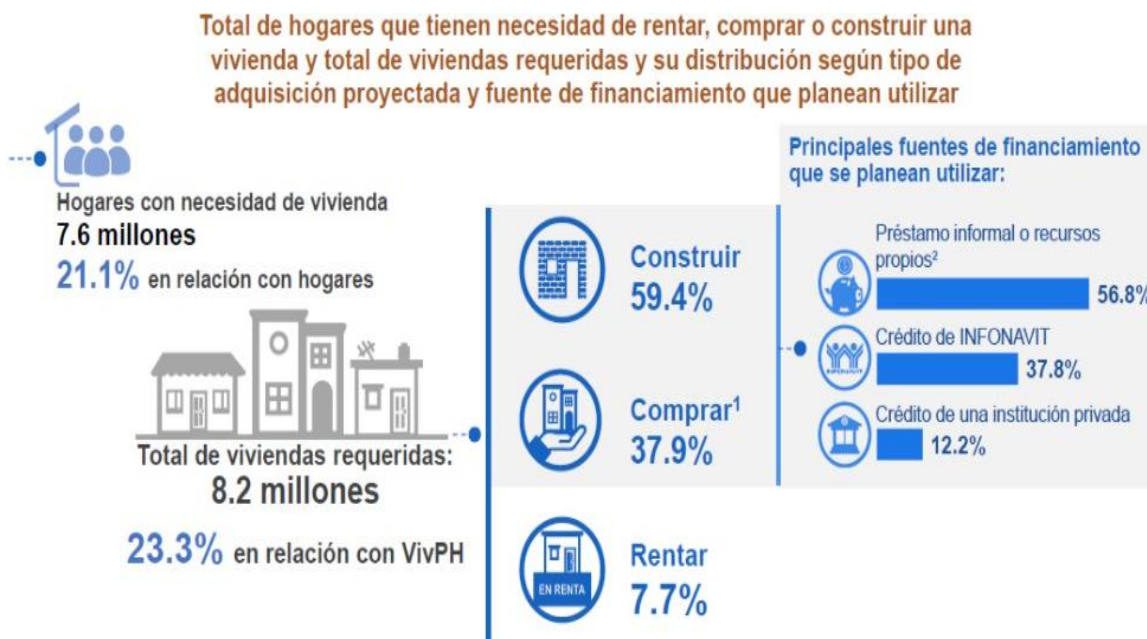
**Distribución porcentual de viviendas propias adquiridas nuevas o usadas, según fuente de financiamiento**



*Ilustración 3: Fuente INEGI, Financiamiento de la vivienda*

Por COVID, más de 9 millones necesitan remodelación. De los 34.3 millones de casas en México, debido a la pandemia, 9.4 millones de hogares identificaron que se necesita adaptar, remodelar o construir algún espacio de la vivienda.

Según el INEGI, se requieren 8.2 millones de viviendas, para las cuales, 56.8% acudirá a préstamos informales o recursos propios; 37.8% acudirá a Infonavit, y solo 12.2% acudirá a pedir crédito a una institución privada.



*Ilustración 4: Fuente INEGI, Necesidad de rentar, comprar o construir*

Aunque quizás vallamos por el camino correcto en cumplir con esta necesidad prioritaria, sin embargo, no se está haciendo lo suficiente para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y no solo por la construcción sino también por las emisiones por operación de la casa, como, por ejemplo; agua, gas, electricidad, mantenimientos etc.

El desarrollo de procesos industrializados de construcción es una de las principales causas que genera la emisión de dióxido de carbono entre los gases de efecto invernadero (GEI), los cuales originan graves consecuencias para el planeta y a su vez problemas socioeconómicos reflejados en la salud humana, seguridad alimentaria, migraciones, impactos financieros entre otros.

*El sector de la construcción comercial y residencial quien representa uno de los mayores contaminantes a la atmósfera, por lo cual, se puede afirmar que la mitad del CO<sub>2</sub> expulsado a la atmósfera está relacionado con los procesos de construcción durante todas sus etapas fases: construcción, uso y demolición.*

Asimismo, lo refleja un estudio comparativo realizado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2015), donde se muestra una estimación de más de 600

millones de toneladas de dióxido de carbono o también llamados gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera durante el año 2015 en México. Comparativamente, continúa mencionándose en el estudio que entre el año 1990 y 2015, las emisiones de GEI en dicho país se incrementaron 54%.

*Específicamente, dentro del proceso de la construcción se utiliza el cemento para el cubrimiento de paredes, techos y pisos, donde según estimaciones presentadas por Growing (2017), por cada tonelada de cemento se genera una tonelada de Dióxido de Carbono que es emitida hacia la atmósfera, aunado a los gases que también genera el uso de maquinaria pesada para el transporte de los insumos o materiales necesarios para el proceso de construcción. Por esto es que se afirma que este sector es uno de los mayores causantes de daños al medio ambiente por sus efectos contaminantes.<sup>7</sup>*

## **1.1 Cambio climático**

La última gran extinción masiva en la historia del planeta es ahora. La anterior tuvo lugar hace 64-66 millones de años cuando desapareció más del 75% de las especies que la habitan.

La pérdida de la biodiversidad en un ritmo por de más acelerado, ya que no hablamos de miles o cientos de años, sino décadas, resulta alarmante. No solo por el desequilibrio que se genera en los ecosistemas sino por el riesgo en el que se encuentran la mayoría de los seres vivos en extinguirse, incluyendo en la lista al hombre.

En junio de 2020, ante el devastador escenario social y económico provocado por la pandemia del COVID-19, la Organización de las Naciones Unidas, la organización Mundial de la Salud y el Fondo Mundial para la Naturaleza, hicieron un llamamiento a la comunidad internacional sobre las acciones humano nocivas al medio ambiente, en los últimos años hemos visto emerger muchas enfermedades como el zika, el sida, el sars o el ébola, que aunque parezcan diferentes, tienen su origen en poblaciones de animales en condiciones de severo estrés ambiental.

En 2019 la organización de las Naciones Unidas confirmó lo que las investigaciones científicas de la década habían predicho: la tierra ha entrado a la sexta extinción masiva de especies.

Una extinción masiva se presenta cuando la tasa de extinción de las especies- proceso natural en la historia del planeta se eleva bruscamente en un tiempo breve. Tal como está sucediendo en nuestro entorno con la desaparición de especies y el ingreso de muchas más a la lista en peligro de extinción.

---

<sup>7</sup> (Gutierrez, 2021)

Las devastadoras fotografías en el Ártico con osos polares hambrientos o la catástrofe en Australia representan la punta del iceberg del fenómeno, el cual pone en peligro el complejo equilibrio en la naturaleza de la cual formamos parte.

¿Aún estamos a tiempo? ¿las especies amenazadas podrán sobrevivir? La cultura ambiental inicia en casa, con los hábitos sencillos y el entendimiento de que todos estamos conectados en ese equilibrio natural. (Toluca, 2022)

### **Así se produjeron las primeras extinciones<sup>8</sup>**

Aunque cuando se habla de las extinciones del planeta hay que remontarse a millones de años, los datos ponen de manifiesto que los periodos entre unas y otras son cada vez más cortos y que la desaparición de especies avanza a un ritmo incesante. El presidente de IPBES, Robert Watson, afirma que “la salud de los ecosistemas de los que dependemos nosotros y todas las demás especies se está deteriorando más rápidamente que nunca”.

**La primera gran extinción, también conocida como del Ordovícico-Silúrico**, ocurrió hace 443 millones de años y duró entre 500.000 y un millón de años, Durante ese periodo, el 86% de las especies que existían en aquel momento desaparecieron. Principalmente se trataba de especies marinas, y el motivo de la extinción provino del período glacial o la disminución de la cantidad de oxígeno disponible para la supervivencia de las especies.

Hace 367 millones de años se produjo **la segunda gran extinción o del Devónico-Carbonífero**. Perduró durante tres millones de años, tiempo en el que desaparecieron el 82%. La proliferación de algas a partir de la aparición de plantas terrestres que al remover la tierra liberaron nutrientes en el océano, está entre las causas de esta extinción. Las algas, al absorber el oxígeno del agua, provocaron la desaparición de gran parte de la vida animal.

Para hablar de la **tercera gran extinción** hay que remontarse 251 millones de años atrás. También conocida como la extinción del Pérmico-Triásico, tuvo una duración de un millón de años y se saldó con la desaparición del 96% de las especies. ¿La causa? La actividad volcánica, la misma que, según apuntan los científicos, pudo contribuir a la desaparición del 76% de las especies del Triásico-Jurásico, **la cuarta gran extinción**. Un hecho que tuvo lugar hace 210 millones de años y que duró un millón de años.

**La quinta gran extinción** ocurrió hace 65 millones de años y con ella desaparecieron los dinosaurios y otros muchos organismos. Conocida también como la extinción masiva del Cretácico-Paleógeno, supuso la desaparición del 76% de las especies. El impacto de un gran asteroide que en la Península de Yucatán (México) puso fin a la era de los dinosaurios.

---

<sup>8</sup> (BBVA, 2022)

## Animales en peligro de extinción

El Informe de Evaluación Global sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de 2019 de IPBES apunta que más de un millón de especies animales y plantas estarán en peligro de extinción durante las próximas décadas. En la actualidad, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, indicador crítico de la salud de la biodiversidad mundial que se compone de la evaluación de numerosos grupos de especies, incluidos mamíferos, anfibios, aves, corales formadores de arrecifes y coníferas, recoge que, de las casi 130.000 especies, **más de 35.500 especies están en peligro de extinción**. De esta cifra, el 40% son anfibios, el 34% coníferas, el 33% de los corales formadores de arrecifes, el 26% mamíferos y el 14% aves.

### Lista de los animales en peligro de extinción. (BBVA, 2022)

Estos son 12 de los animales más amenazados de la tierra y que podrían desaparecer en los próximos años:

1. EL OSO POLAR



2. EL OSO PANDA



3. EL ELEFANTE



4. LA BALLENA



5. EL CHIMPANCÉ



6. EL GORILA DE MONTAÑA



7. EL LEOPARDO DE LAS NIEVES



8. EL TIGRE DE SUMATRA



9. EL RINOCERONTE



10. LAS TORTUGAS MARINAS



11. EL DELFÍN DE AGUA DULCE



12. EL TIBURÓN BALLENA



¿Qué es el cambio climático?

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, por ejemplo, a través de las variaciones del ciclo solar. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas.

La quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve a la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas.

Algunos ejemplos de emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son el dióxido de carbono y el metano, estos proceden del uso de la gasolina para conducir un coche o del carbón para calentar un edificio, el desmonte de tierras y bosques también puede liberar dióxido de carbono, los vertederos de basura son una fuente importante de emisiones de

metano, la energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo se encuentran entre los principales

Las concentraciones de gases de efecto invernadero se encuentran en su nivel más elevado en 2 millones de años, y las emisiones siguen aumentando, como resultado, la temperatura de la Tierra es ahora 1,1 C más elevada que a finales del siglo XIX. La última década (2011-2020) fue la más cálida registrada.

Mucha gente piensa que el cambio climático significa principalmente temperaturas más cálidas, pero el aumento de la temperatura es sólo el principio de la historia, como la Tierra es un sistema, en el que todo está conectado, los cambios de una zona pueden influir en los cambios de todas las demás.

Las consecuencias del cambio climático incluyen ahora, entre otras, sequías intensas, escasez de agua, incendios graves, aumento del nivel del mar, inundaciones, deshielo de los polos, tormentas catastróficas y disminución de la biodiversidad.

En un informe de la ONU de 2018, miles de científicos y revisores gubernamentales coincidieron en que limitar el aumento de la temperatura global a no más de 1,5°C nos ayudaría a evitar los peores impactos climáticos y a mantener un clima habitable. Sin embargo, según los actuales planes nacionales sobre el clima, se prevé que el calentamiento global alcanzará los 2,7 °C para finales de siglo.

Las emisiones que provocan el cambio climático proceden de todas las partes del mundo y afectan a todos, pero algunos países generan mucho más que otros, los 100 países que menos emiten generan el 3 % de las emisiones totales, los 10 países con mayores emisiones aportan el 68 %.

Todo el mundo debe tomar medidas en lo que respecta al clima, pero las personas y los países que crean más problemas tienen una mayor responsabilidad para actuar primero.

El cambio de los sistemas energéticos de los combustibles fósiles a las energías renovables, como la solar o la eólica, reducirá las emisiones que provocan el cambio climático. Pero tenemos que empezar ya mismo. Aunque una coalición cada vez más numerosa de países se compromete a alcanzar las emisiones cero para 2050, alrededor de la mitad de los recortes en las emisiones deben producirse antes de 2030 para mantener el calentamiento por debajo de 1,5°C. La producción de combustibles fósiles debe disminuir aproximadamente un 6 % anual entre 2020 y 2030.

La acción climática requiere importantes inversiones financieras por parte de gobiernos y empresas, pero la inacción climática es mucho más cara. Un paso fundamental es que los países industrializados cumplan su compromiso de aportar 100,000.00 millones de dólares anuales a los países en desarrollo para que puedan adaptarse y avanzar hacia economías más ecológicas.

## **COP 26 Juntos por el planeta<sup>9</sup>**

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) celebrada en Glasgow reunió a 120 líderes mundiales y más de 40,000 participantes inscritos, entre los que se incluían 22,274 delegados de las partes, 14,124 observadores y 3,886 representantes de los medios. Durante dos semanas, la atención del mundo se ha centrado en todos los aspectos del cambio climático: los fundamentos científicos, las soluciones, la voluntad política de tomar medidas y las indicaciones claras para la acción por el clima.

La reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero siguen estando muy por debajo de lo necesario para preservar un clima habitable, y el apoyo a los países más vulnerables afectados por los efectos del cambio climático continúa siendo insuficiente. No obstante, la COP26 proporciona nuevos cimientos para afianzar la implementación del Pacto de París mediante acciones que permitan al mundo encaminarse hacia un futuro más sostenible y con bajas emisiones de carbono.

¿Qué se ha acordado?

Reconocimiento de la emergencia. Los países reafirmaron el objetivo del Pacto de París de limitar el incremento de la temperatura media mundial a 2 °C por encima del nivel preindustrial y esforzarse por no superar 1,5 °C. Además, expresaron la “alarma y máxima preocupación en relación con las actividades humanas que han provocado un incremento de 1,1 °C en las temperaturas hasta la fecha, los efectos del cual ya se aprecian en todas las regiones, y con que los presupuestos de carbono actuales destinados a alcanzar el objetivo de temperatura del Pacto de París son poco ambiciosos y se exceden rápidamente”. Reconocieron que la repercusión del cambio climático será mucho menor con un incremento de la temperatura de 1,5 °C que de 2°C

Intensificación de la acción por el clima. Los países subrayaron la urgencia de actuar “en esta década crítica”, en la que las emisiones de dióxido de carbono deben reducirse un 45 % con el fin de alcanzar las emisiones netas cero para mediados de siglo. Los planes climáticos actuales, las contribuciones determinadas a nivel nacional, no obstante, son de carácter poco ambicioso, por lo que el Pacto de Glasgow para el Clima insta a los países a presentar planes nacionales más enérgicos el próximo año, en lugar de en 2025, que era el momento previsto. Los países también solicitaron a la CMNUCC que realizara un informe de síntesis de las contribuciones determinadas a nivel nacional para evaluar el nivel actual de ambición.

Abandono de los combustibles fósiles. En la que quizás sea la decisión más controvertida de Glasgow, los países acabaron por acordar una disposición por la que se pide la reducción del carbón como fuente de energía y la eliminación gradual de los subsidios “ineficientes” a los combustibles fósiles, dos aspectos cruciales que nunca antes se habían mencionado explícitamente

---

<sup>9</sup> (Unidas, 2022)



en las decisiones adoptadas en las conversaciones de las Naciones Unidas en materia de cambio climático, pese a que el carbón, el petróleo y el gas son los principales causantes del calentamiento global.

Bosques.

137 países dieron un paso histórico al comprometerse a detener y revertir la pérdida de bosques y la degradación de las tierras de aquí a 2030. Esta promesa está respaldada por 12.000 millones de USD de dinero público y 7.200 millones de USD de financiación privada. Además, los directores generales de más de 30 instituciones financieras, con más de 8,7 billones de USD en activos internacionales, se comprometieron a eliminar las inversiones en actividades relacionadas con la deforestación.

Metano.

103 países, 15 de ellos grandes emisores, se adhirieron al Global Methane Pledge (Compromiso Global por el Metano), cuyo objetivo es limitar las emisiones de metano en un 30 % (en relación con los niveles de 2020) de aquí a 2030. El metano, uno de los gases que más contribuyen al efecto invernadero, es responsable de un tercio del calentamiento actual derivado de actividades humanas.

Coches.

Más de 30 países, seis importantes fabricantes de vehículos y otros agentes, como las ciudades, expresaron su determinación de que todas las ventas de coches y furgonetas nuevos sean de vehículos de emisiones cero para 2040 a nivel internacional y para 2035 en los mercados líderes, lo que acelerará la descarbonización del transporte por carretera, actual responsable de alrededor del 10 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

## **1.2 La construcción y su impacto en la generación de gases de efecto invernadero.**

El sector de la construcción a nivel mundial es una de las industrias más importantes y así mismo una de las más contaminantes en la actualidad, se puede estimar que un 40% de la contaminación, es generada por actividades ligadas directa o indirectamente a la construcción de obras civiles, la gran cantidad de recursos invertidos en la obtención de materias primas, así como su transporte y posterior manufacturación son prueba de ello, hasta 2 toneladas de materias primas son requeridas por cada metro cuadrado de una edificación.

De acuerdo con un informe presentado por la ONU, el sector constructivo adicionalmente consume un 40% de toda la energía, la extracción de hasta un 30% de las materias primas en el entorno, el 25% de los residuos sólidos generados provienen de actividades ligadas a la

construcción, y por último consume hasta el 25% de agua y ocupa un 12% aproximado de la tierra.

Los datos anteriores son un signo de alarma no para evitar las actividades constructivas sino para buscar la manera de minimizar los impactos sobre el medio ambiente, es por ello por lo que el estudio y análisis de la huella de carbono de los materiales de construcción se hace necesario como un primer paso en la protección del entorno que nos rodea.

### **1.3 Las emisiones de CO<sub>2</sub> y la huella de carbono<sup>10</sup>**

La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO<sub>2</sub> equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar las emisiones, cómo pueden ser mejoradas y cómo realizar un uso más eficiente de los recursos.

A nivel mundial, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado un 50% entre 1990 y 2018.

El sector de la energía es el que produce la mayor cantidad de emisiones de GEI.

El consumo de energía es, por mucho, la mayor fuente de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. Este sector es responsable de un 76% (37.2 GtCO<sub>2</sub>eq) de las emisiones globales, e incluye los subsectores de transporte, generación de calor y electricidad, edificaciones, la industria manufacturera y de la construcción, las emisiones fugitivas y la quema de otros combustibles.

Además de éste, los sectores con más emisiones son la agricultura, incluyendo a la ganadería (5.8 GtCO<sub>2</sub>eq, o 12%); los procesos industriales de productos químicos, del cemento y de otros (2.9 GtCO<sub>2</sub>eq, o 5.9%); los residuos, incluyendo vertederos y aguas residuales (1.6 GtCO<sub>2</sub>eq, o 3.3%); y el de uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS), así como la deforestación (1.4 GtCO<sub>2</sub>eq, o 2.8%).

Dentro del sector energía, la generación de calor y electricidad es el subsector responsable de la mayor parte de las emisiones (15.6 GtCO<sub>2</sub>eq en 2018, o el 31.9% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero), seguido por el transporte (6.9 GtCO<sub>2</sub>eq en 2018, o el 14.2% de las emisiones totales) y la industria manufacturera y de la construcción (6.2 GtCO<sub>2</sub>eq, o 12.6% de las emisiones totales).

---

<sup>10</sup> (WATCH, 2021)

Actualmente, las edificaciones y el uso del automóvil son los principales contribuyentes a las emisiones relacionadas con el consumo de energía

Las actividades que generan la mayor cantidad de emisiones son el transporte por carretera (12.5% de las emisiones totales), los edificios residenciales (11.4% de las emisiones totales) y los edificios comerciales (6.7% de las emisiones totales). Las emisiones de estas actividades incluyen tanto las directas por la quema de combustibles fósiles, como las emisiones indirectas por el consumo de electricidad.

Fuera del sector energía, las principales emisiones son de la ganadería y el estiércol (5.9%), otras industrias (4.5%) y los suelos agrícolas (4.2%). La categoría "otras industrias" abarca todas las actividades que no se incluyen directamente en las demás categorías. Cubre una amplia gama de actividades, como los minerales no metálicos, la construcción, minería, textiles y cuero, la madera y productos derivados de la madera, equipos de transporte, entre otros.

**Diez Países Producen Más del 68% de las Emisiones Mundiales de Gases de Efecto Invernadero**

Un pequeño número de países contribuye con el mayor porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero, los 10 países que más emisiones generan representan más de dos tercios de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero a nivel mundial. La mayoría de estos países tienen grandes poblaciones y economías, y representan más del 50% de la población mundial y el 75% del PIB mundial. China es el mayor emisor, con el 26.1% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, seguida de Estados Unidos, con el 12.67%, la Unión Europea, con el 7.52%, e India, con el 7.08%.

México ocupa el decimosegundo lugar entre los países que producen más emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global

Las emisiones de gases de efecto invernadero de México (647 MtCO<sub>2</sub>eq) representan el 1.42% de las emisiones a nivel mundial, y es el segundo país de Latinoamérica con una mayor contribución, sólo superado por Brasil (séptimo lugar), y sus emisiones per cápita son de 5.39 tCO<sub>2</sub>eq.

Los subsectores que más emisiones generan en México son el transporte y la generación de electricidad, con 193.2 MtCO<sub>2</sub>eq (28%) y 156.6 MtCO<sub>2</sub>eq (23%), respectivamente. Les siguen la agricultura (96.8 MtCO<sub>2</sub>eq, 14%), la industria manufacturera y de la construcción (66.7 MtCO<sub>2</sub>eq, 10%), residuos (46.8 MtCO<sub>2</sub>eq, 7%), procesos industriales (40.5 MtCO<sub>2</sub>eq, 6%), emisiones fugitivas (31.7 MtCO<sub>2</sub>eq, 5%), quema de otros combustibles (26 MtCO<sub>2</sub>eq, 4%) y edificaciones (21.6 MtCO<sub>2</sub>eq, 3%).

El dióxido de carbono constituye la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero no todas, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representa el 74% de las emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de las emisiones de CO<sub>2</sub> (93%) provienen del uso de combustibles fósiles, especialmente para la generación de electricidad y calor, transporte, y manufactura y consumo. El uso de suelo, el cambio de uso y la silvicultura es otro sector que contribuye (3.3%) a las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por el hombre, principalmente debido a la deforestación.

El metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) representan el 17.2% y el 6.3% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, respectivamente, provenientes principalmente de la agricultura, el tratamiento de residuos y la quema de gas o “flaring”. Los gases fluorados de los procesos industriales (que comprenden los HFC, perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>)) representan el 2.3% de las emisiones globales. Estos gases son mucho más potentes que el CO<sub>2</sub> en términos de su potencial de calentamiento y, a menudo, representan oportunidades de mitigación que se pasan por alto.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> (Mengpin Ge, 2021)

## The Top 10 GHG Emitters Contribute Over Two-Thirds of Global Emissions

Embed

Explore the Latest Global Greenhouse Gas Emissions Data on [Climate Watch](#)

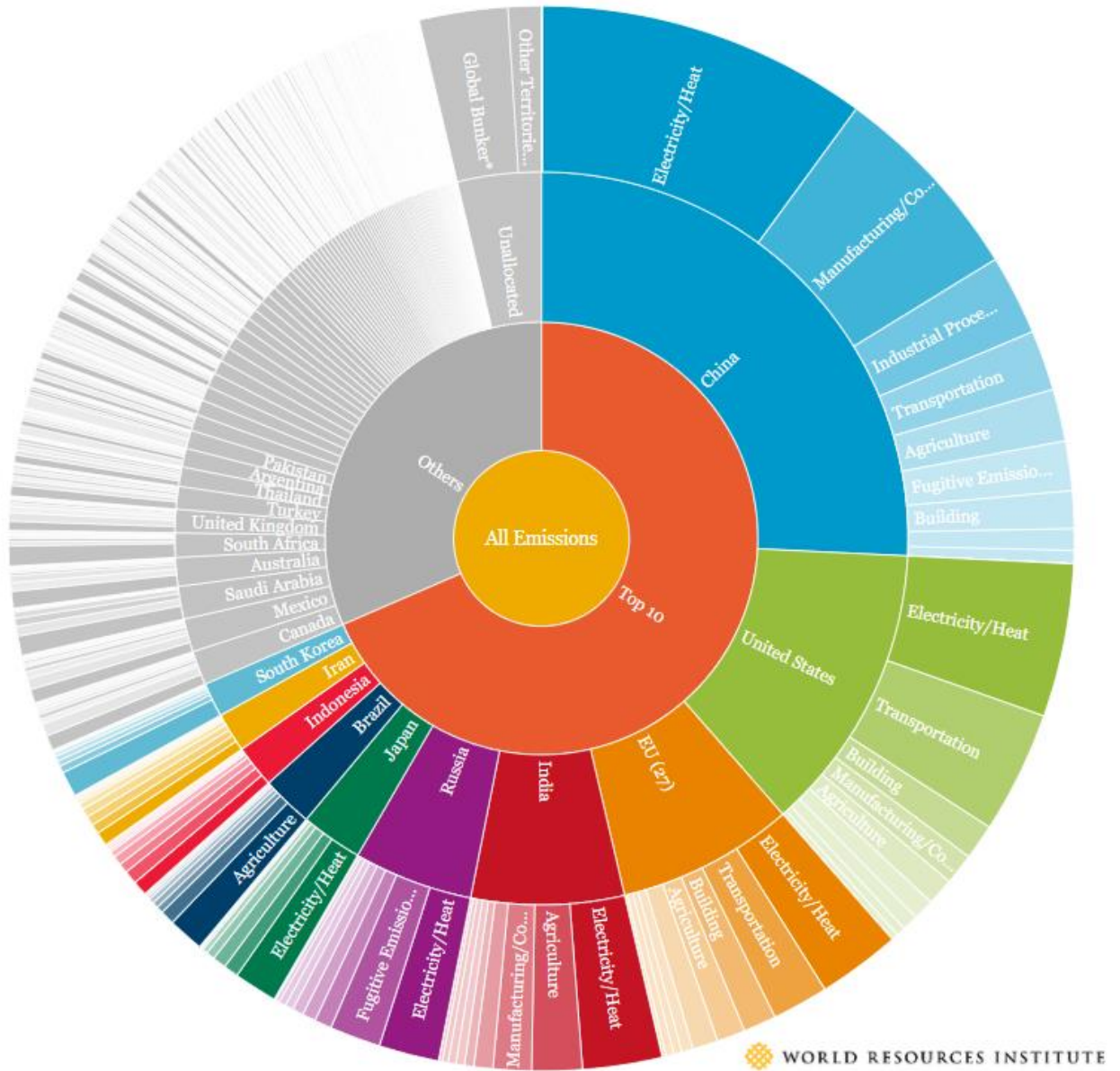


Ilustración 5 TOP 10 Global Emissions,<sup>12</sup> (WATCH, 2021)

<sup>12</sup> (WATCH, 2021)

## The Top 10 GHG Emitters Contribute Over Two-Thirds of Global Emissions

Embed

Explore the Latest Global Greenhouse Gas Emissions Data on [Climate Watch](#)

### Mexico Manufacturing/Construction Emissions

61.9 Mt CO<sub>2</sub>e (0.13% of global greenhouse gas emissions)

X

Reset

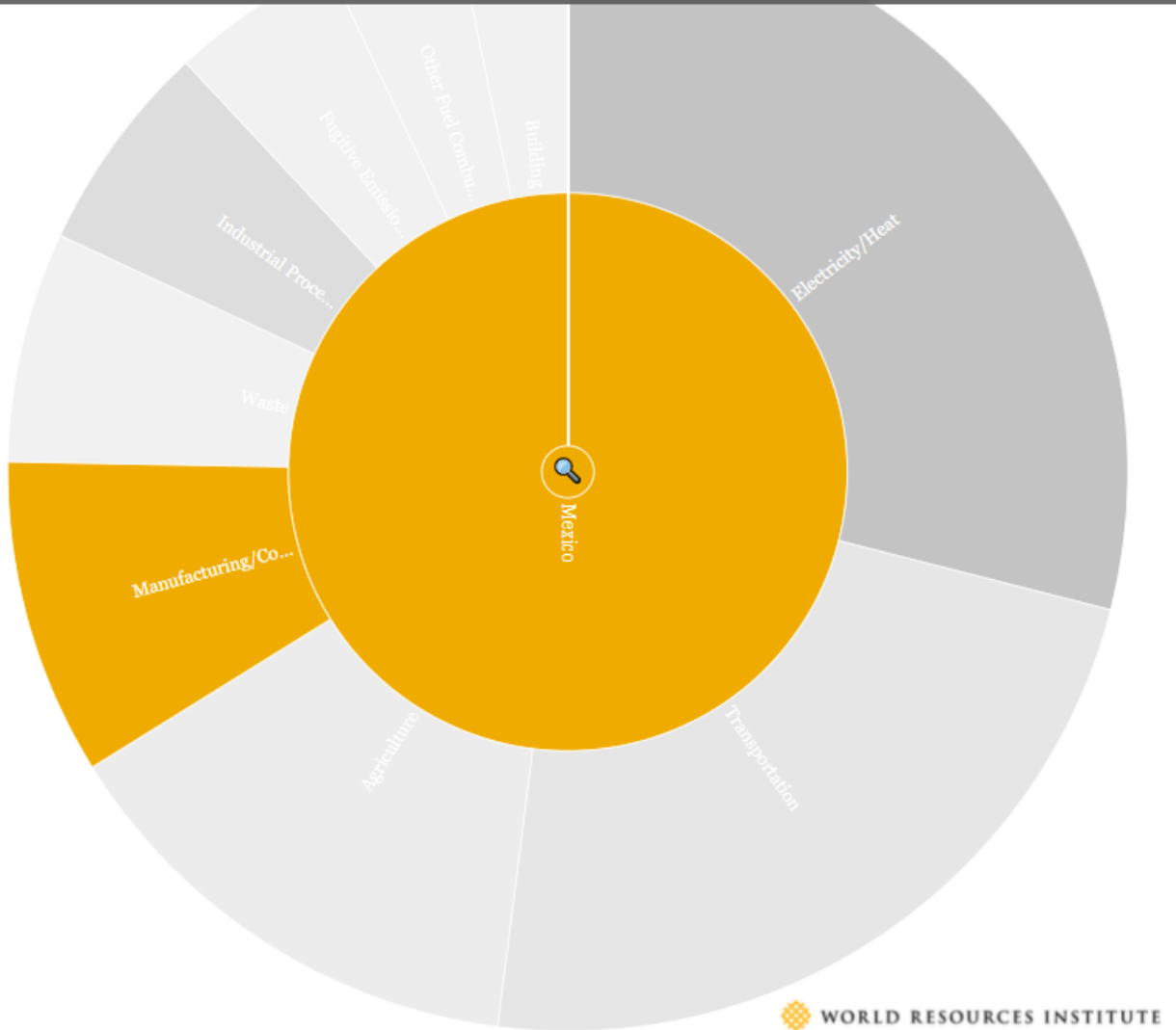


Ilustración 6, Emisiones Construcción en México (WATCH, 2021)

Un compromiso de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es “Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el Artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero.

El Inventario es elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, quien elaborará sus contenidos de acuerdo con los siguientes plazos:

- La estimación de las emisiones de la quema de combustibles fósiles se realizará anualmente;
- La estimación de las emisiones, distintas a las de la quema de combustibles fósiles, con excepción de las relativas al cambio de uso de suelo, se realizará cada dos años, y
- La estimación del total de las emisiones por las fuentes y las absorciones por los sumideros de todas las categorías incluidas en el inventario se realizará cada cuatro años

El inventario comprende las emisiones de bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafloruro de azufre y carbono negro en el periodo 1990-2015. El gas más relevante que emite nuestro país es el bióxido de carbono con 71% de las emisiones, seguido del metano con 21%.

Del total de las emisiones, 64% correspondieron al consumo de combustibles fósiles; 10% se originaron por los sistemas de producción pecuaria; 8% provinieron de los procesos industriales; 7% se emitieron por el manejo de residuos; 6% por las emisiones fugitivas por extracción de petróleo, gas y minerías y 5% se generaron por actividades agrícolas. En el inventario también se contabilizaron 148 MtCO<sub>2e</sub> absorbidas por la vegetación, principalmente en bosques y selvas.

#### **1.4 Materiales de construcción y su generación de CO<sub>2</sub>**

En México existen tres tipos de construcción de vivienda: vivienda de interés social, vivienda de interés medio y vivienda de interés residencial. La diferencia entre estas tres radica en la cantidad de espacio construido que poseen, los acabados y la ubicación y los precios de venta de estas. Como mínimo la vivienda de interés social requiere 70m<sup>2</sup>, la vivienda de interés medio requiere como mínimo 160 m<sup>2</sup> y la vivienda de interés residencial como mínimo necesita 300m<sup>2</sup>.

La vivienda de interés social, también llamada vivienda popular o tradicional, es la vivienda que más impactos genera al ser la más demandada y construida por su bajo costo. Esta vivienda muchas veces es realizada sin una adecuada planeación, provocando grandes impactos ambientales y sociales.

En México existen muy escasos estudios sobre vivienda y sistemas de construcción y la información que se tiene de las emisiones de GEI de la vivienda es específica de la etapa de uso, es decir cuando los hogares ya son habitados. Incluso los sistemas de certificación sustentable como por ejemplo LEED v.4. que ya utiliza ACV se basan más en el uso del inmueble que en las etapas de diseño y construcción.

Se sabe que una correcta selección de los materiales con los que se construye una edificación puede ser detonantes para la disminución de los impactos generados en las etapas de vida de una vivienda principalmente en las etapas de preuso, construcción y uso, por lo cual la evaluación de la huella de carbono de los materiales de construcción es una herramienta estratégica para mitigar el impacto en el cambio climático.

El Centro Mario Molina (Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio ambiente A.C., 2015) realizó un estudio sobre “La huella de carbono en materiales de construcción”, en la cual se analizaron diferentes sistemas constructivos para cuatro diferentes tipos de vivienda: vivienda horizontal tradicional, vivienda horizontal alternativa, vivienda vertical tradicional y vivienda vertical alternativa, las cuales fueron ubicadas en cuatro zonas principales en el país: cálida húmeda, cálida seca, templada y semifrías; cada una representada por cuatro ciudades: Mérida, Monterrey, Querétaro y la Ciudad de México, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 2:

	Preuso		Mantenimiento		Uso (energía)		Demolición		Total
<b>Mérida</b>									
Horizontal tradicional	18,853	14.3 %	700	0.5 %	112,266	85.0 %	204.4	0.2 %	132,023
Horizontal alternativa	28,020	21.6 %	700	0.5 %	101,076	77.8 %	75.7	0.1 %	129,871
Vertical tradicional	10,930	8.8 %	794	0.6 %	112,075	90.4 %	222.6	0.2 %	124,023
Vertical alternativa	53,133	33.7 %	794	0.5 %	103,732	65.7 %	154.3	0.1 %	157,813
<b>México</b>									
Horizontal tradicional	18,853	21.1 %	700	0.8 %	69,549	77.9 %	204.4	0.2 %	89,306
Horizontal alternativa	28,020	29.9 %	700	0.7 %	64,919	69.3 %	75.7	0.1 %	93,714
Vertical tradicional	10,930	13.1 %	794	1.0 %	71,600	85.7 %	222.6	0.3 %	83,547
Vertical alternativa	53,133	42.6 %	794	0.6 %	70,629	56.6 %	154.3	0.1 %	124,710
<b>Monterrey</b>									
Horizontal tradicional	18,853	15.5 %	700	0.6 %	102,190	83.8 %	204.4	0.2 %	121,947
Horizontal alternativa	28,020	23.8 %	700	0.6 %	88,930	75.5 %	75.7	0.1 %	117,725
Vertical tradicional	10,930	9.5 %	794	0.7 %	102,833	89.6 %	222.6	0.2 %	114,781
Vertical alternativa	53,133	36.0 %	794	0.5 %	93,543	63.4 %	154.3	0.1 %	147,624
<b>Querétaro</b>									
Horizontal tradicional	18,853	17.9 %	700	0.7 %	85,810	81.3 %	204.4	0.2 %	105,567
Horizontal alternativa	28,020	25.1 %	700	0.6 %	82,816	74.2 %	75.7	0.1 %	111,610
Vertical tradicional	10,930	11.1 %	794	0.8 %	86,749	87.9 %	222.6	0.2 %	98,696
Vertical alternativa	53,133	38.0 %	794	0.6 %	85,609	61.3 %	154.3	0.1 %	139,690

Tabla 1 Contribución por etapa de ciclo de vida (kg de Co2 eq) (Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio ambiente A.C. 2015).

**Tabla 2. Contribución por etapa de ciclo de vida (kg de CO2 eq.) (Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio ambiente A.C., 2015).**

Para la etapa de preuso se consideran la extracción y el transporte de la materia prima para los materiales de construcción, producción y fabricación de los mismos y el transporte al sitio de la obra. En la etapa de mantenimiento se incluyen aplanados de yeso y mortero, así como la energía y los insumos para la construcción de la casa o edificio. En la etapa de uso se



considera la energía requerida en el hogar de cuatro personas habitado durante 50 años, En la etapa de postuso o demolición se considera la energía usada por los equipos y maquinarias, así como el transporte de los residuos al sitio de disposición final. (Centro Mario Molina para estudios estratégicos sobre energía y medio ambiente A.C., 2015)

De acuerdo a lo mencionado en la tabla anterior, el centro Mario Molina concluye lo siguiente:

1. Las viviendas tradicionales tienen menos impactos que las viviendas alternativas en la etapa de preuso, no obstante, las viviendas tradicionales poseen más impactos que las viviendas alternativas en la fase de uso.
2. Las viviendas horizontales poseen más impactos que las viviendas verticales.
3. La fase que más impacto genera es la fase de uso, por el uso de electricidad que en el caso del Mix Eléctrico de México, implica energías fósiles (gas natural, gas lp y electricidad).
4. Si bien la fase de preuso, la cual estima de 9.5% a 43% de emisiones dependiendo de la localidad, posee menos impactos que la fase de uso que tiene entre el 56.6% y 87.9% de las emisiones de kg de CO<sub>2</sub>eq, la correcta selección de los materiales con respecto a cada localidad puede ayudar a disminuir los impactos creados en la fase de uso. (Hernandez, Julio 2016)

### **Ciclo de vida de un producto**

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida).

Se basa en la recopilación y análisis de las entradas y salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de estos.

La principal característica de esta herramienta es su enfoque holístico, es decir, que se basa en la idea de que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas solo de manera individual por las partes que lo componen. Es necesaria la integración total de todos los aspectos que participan; de ahí el concepto de tener en cuenta todo el ciclo de vida del sistema.

Los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV, comúnmente se conocen como inputs/outputs (entradas/salidas):

Inputs/entradas: Uso de recursos y materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía, etc. que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema.

Outputs/salidas: Emisiones al aire, al agua y al suelo, así como los residuos y los subproductos que se tienen en cuenta en cada proceso/fase del sistema.

La manera y forma en la que se recopilan estas entradas/salidas se conoce como Inventario de ciclo de vida (ICV), y es la fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas/salidas de un sistema durante su ciclo de vida. El ACV de un producto debería incluir todas las entradas/salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida: la extracción de materias primas y el procesamiento de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final. El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo de vida también se incluyen cuando tienen la relevancia suficiente. A este tipo de ciclo de vida se le denomina comúnmente “de la cuna a la tumba”.

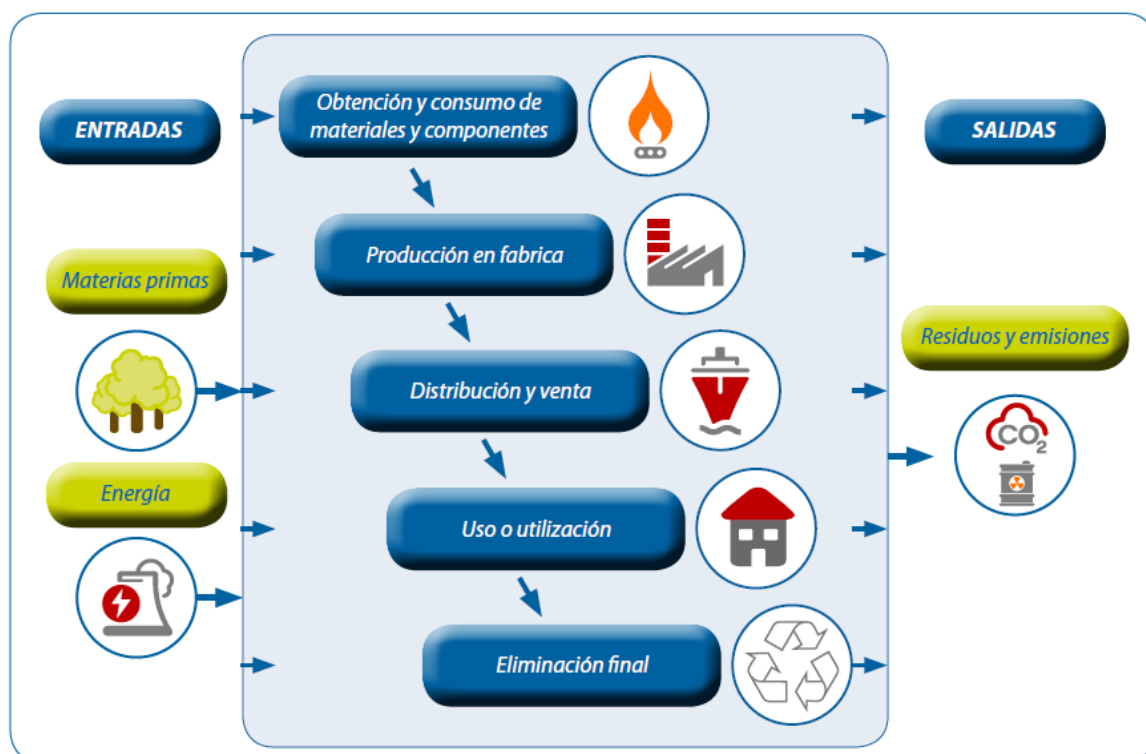


Ilustración 7 Concepto de la perspectiva de un análisis de ciclo de vida y fases que se tienen en cuenta. (ihobe, Noviembre, 2009)

Podemos definir cuatro modalidades principales de ACV: (Manresa, Septiembre 2014)

1. Cradle to grave (desde la cuna a la tumba): en esta modalidad los límites del sistema son lo más amplio posibles. Se realiza el estudio desde que la materia prima entra en el proceso hasta que se recicla o desecha después de su vida útil.
2. Cradle to gate (producción de un producto): Los límites del sistema se fijan en la fábrica. Se realiza el estudio desde que la materia prima entra en el proceso hasta que sale de la fábrica. No se estudia ni el uso ni el desecho o reciclaje.
3. Gate to grave (fuera de fábrica): Los límites del sistema son desde la salida de fábrica hasta su posterior desecho o reciclaje.

4. Gate to gate (dentro de la fábrica): El límite del sistema se utiliza para acotar un solo paso o proceso dentro de la fábrica. Se utiliza esta modalidad para estudiar y mejorar procesos de producción.

Se ha establecido por parte de ISO, International Organization for Standardization, un marco para la estandarización de la metodología de ACV, según la familia de normas ISO 14.040:

- UNE EN ISO 14.040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE EN ISO 14.044:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.

### **Materiales, productos y medios de transporte y su generación de CO<sub>2</sub>e.**

La base de datos es la parte fundamental de la aplicación, y se trata de un inventario que tiene tanto entradas de materiales como de energía, transporte y combustibles. Todas las entradas de la base de datos han sido agrupadas para la comodidad del usuario y además cuentan con la densidad aproximada del material y las toneladas de CO<sub>2</sub>e emitidas en la fabricación del material.

Los límites del sistema, que se utilizaron en el estudio para obtener sus emisiones, son hasta la salida de fábrica, lo que se denomina “Cradle to gate”.

<b>Categoría</b>	<b>Material</b>	<b>Densidad aprox del material (ton/m<sup>3</sup>)</b>	<b>tonCO<sub>2</sub>e/ton material</b>	<b>Límites del sistema</b>
Cantera	Azulejo mármol	2.7	0.13	cradle to gate
	Ladrillo	1.9	0.24	cradle to gate
	Cerámica general	2.4	0.7	cradle to gate
	Azulejos y revestimiento de cerámica	1.9	0.48	cradle to gate
	Arena	2.24	0.0051	cradle to gate
	Cal	1.2	0.78	cradle to gate
	Tierra general	1.7	0.024	cradle to gate
	Piedra general	2	0.079	cradle to gate
	Granito	2.9	0.7	cradle to gate

Mortero	Mortero (1:3 cemento: arena)	1.9	0.221	cradle to gate
	Mortero (1:4 cemento: arena)	1.9	0.182	cradle to gate
	Mortero (1:5 cemento: arena)	1.9	0.156	cradle to gate

Bloque de hormigón	Bloque- 10 Mpa Fuerza compresiva	1.2	0.078	cradle to gate
--------------------	----------------------------------	-----	-------	----------------

Vidrio	Vidrio	2.5	0.91	cradle to gate
	Vidrio reforzado	2.5	1.35	cradle to gate

Acabados	Pintura (general)	1.2	2.91	cradle to gate
	Pintura soluble en agua	1.3	2.54	cradle to gate
	Pintura soluble en acetona	1.2	3.76	cradle to gate

Metales	Hierro	7.9	2.03	cradle to gate
	Acero general	7.8	1.46	cradle to gate
	Acero inoxidable	8	6.51	cradle to gate
	Aluminio general	2.7	9.16	cradle to gate

<b>Categoría</b>	<b>Material</b>	<b>Densidad aprox del material (ton/m3)</b>	<b>tonCO2e/ton material</b>	<b>Límites del sistema</b>
Plásticos	Polietileno	.0092	2.54	cradle to gate
	Poliestireno general	.0105	3.43	cradle to gate

Madera	Madera en general	0.5	0.31	cradle to gate
	Madera laminada encolada	0.5	0.42	cradle to gate
	Aglomerados	26	0.58	cradle to gate

Aislante, yeso y otros	Membranas impermeabilizantes	0.0009	4.45	cradle to gate
	Gravilla	2	0.00742	cradle to gate
	Aislante de poliestireno	0.04	3.43	cradle to gate
	Yeso	1.3	0.13	cradle to gate

Cementos	Cemento portland medio 94% Clinker	1.5	0.95	cradle to gate
	Cemento tipo desconocido	1.5	0.88	cradle to gate

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de vehículo y tamaño</b>	<b>Datos gCo2e / pasajero.km</b>
Medio de transporte	Tren	47.38
	Metro	63.12
	Autobús	101.55
	Vuelo nacional	296.35

<b>Categoría</b>	<b>Medio</b>	<b>tCo2e / t. km</b>
Transporte de materiales	Carretera	0.00126
	Tren	0.0000345
	Barco	0.00000597

<b>Categoría</b>	<b>Tipo de vehículo y tamaño</b>	<b>Datos gCo2e / pasajero.km</b>
Medio de transporte	Coche pequeño gasolina hasta 1.4 litros	160.61
	Coche pequeño diésel, hasta 1.7 litros	147
	Coche mediano gasolina de 1.4 a 2.0 litros	200.88
	Coche mediano diésel de 1.7 a 2.0 litros	177.2
	Coche mediano híbrido	119.65
	Coche mediano GLP	184.28
	Coche gasolina gran por encima de 2.0 litros	290.14
	Coche diésel grande, por encima de 2.0 litros	230.49
	Coche grande híbrido	198.41
	Coche grande GLP	265.73
	Motocicleta pequeña (hasta 125 cc)	87.73
	Motocicleta grande (500 cc o mas)	137.24

*Tabla 2 Materiales, Productos y Medios de transporte, generación de CO<sub>2</sub>e (Manresa, Septiembre 2014)*

## II. La vivienda y construcción tradicional en México

---

La vivienda tradicional en México se está transformando rápidamente por una serie de factores, tales como la urbanización de zonas rurales, pérdida de bienes naturales y políticas públicas de vivienda que niegan la importancia de los sistemas constructivos tradicionales y promueven los materiales industrializados.

Este panorama conduce a la pérdida del patrimonio arquitectónico tangible e intangible, así como de los valores arquitectónicos que los pueblos originarios han desarrollado a lo largo del tiempo. Es decir, no solo los objetos arquitectónicos están en riesgo de desaparecer, sino también el conocimiento detrás de la vivienda vernácula, así como su relación y entendimiento complejo del territorio en el cual se inserta.

Los pueblos originarios de México lograron generar una arquitectura contextualizada, funcional y apropiada para cada región, dejando un legado esencial de valores para la producción arquitectónica actual.

La forma y materiales de construcción de cada cultura dependen en gran medida de los elementos oriundos de la región en la que se asientan. De acuerdo con Manuel Rodríguez V., investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana, en todas las etapas de la historia de México se ha utilizado tierra cruda como material de construcción, las cuales incluyeron el uso del adobe.

El adobe, cuyo nombre proviene de la voz árabe *al-tub*, es un ladrillo crudo que se mezcla con hojas y paja para darle consistencia y que posteriormente se seca al sol. Su uso se extiende por todo el mundo, pues la tierra cruda es uno de los materiales de construcción al alcance de casi cualquier persona. Tanto en el hemisferio occidental como oriental, existen vestigios de larga data que constatan el uso del adobe.

Entre las grandes ventajas de la construcción con adobe se encuentra su inercia térmica que le permite absorber el calor durante el día y su expulsión durante las noches. Sin embargo, en los climas tropicales puede no ser tan resistente, ya que absorbe la humedad y se generan daños en las estructuras. Para evitar que los muros se dañen por la absorción de agua se debe cuidar meticulosamente el tejado.

Con la colonización, se produjo una fusión entre técnicas de construcción prehispánicas y europeas. De acuerdo con el arquitecto Luis Fernando Guerrero Baca, hasta hace dos generaciones era común que la gente habitara en casas de adobe, las cuales solían tener una larga data. Sin embargo, agrega, “a pesar de las evidentes cualidades de los edificios de adobe y del valor que representan debido a su remoto origen y su permanencia dentro del bagaje cultural de nuestra sociedad, están a punto de desaparecer.”

La principal razón es la creciente oferta de materiales y técnicas de construcción industrializados, lo cual ha hecho ver la construcción con adobe como insalubre y obsoleta. La técnica –menciona Guerrero Baca–, ha sido ignorada por las instituciones de fomento a la vivienda, las instituciones educativas de arquitectura y las instituciones de protección al patrimonio, pues existe el falso imaginario de que simbolizan la pobreza y el retraso.

Como consecuencia, se ha devaluado el valor cultural de esta técnica de construcción, se han perdido innumerables edificios patrimonio y se han reemplazado los materiales de construcción por algunos que son incompatibles ecológicamente. Sin embargo, existen casos de rescate y protección de estructuras construidas con adobe, como lo es el caso de Paquimé en Chihuahua, ciudad que fue inscrita en la lista de Patrimonio Mundial por la Unesco, pero que lamentablemente no incluyó la zona periférica. Otros ejemplos que retrata la problemática de protección acotada es el de la ruta de los Primeros Monasterios del Siglo XVI, sobre las laderas del Popocatepetl o la ciudad fantasma de Mineral de Pozos en Guanajuato. (mexico, 2022)



*Ilustración 8 Casa de adobe en Iztacalco con techo de madera y teja (mexico, 2022)*



*Ilustración 9 Casa de adobe, madera y piso de ladrillos de barro, Paulo Jiménez, Casa contemporánea de adobe en México (mexico, 2022)*



*Ilustración 10 Casa de piedra, adobe y madera (mexico, 2022)*



## 2.1. La madera como opción de construcción (CONAFOR)

A diferencia del hormigón o el acero, la madera es un material orgánico y natural, siendo así mucho más variable y heterogéneo. La madera es 16 veces más ligera que el acero y 5 veces más ligera que el concreto. Esto implica que las fuerzas laterales generadas como consecuencia de la acción sísmica son muy inferiores en una construcción con madera.

Tiene una rigidez longitudinal 20 veces inferior al acero y 2 veces inferior al concreto, sin embargo, para un volumen de material determinado, cada kilogramo de madera aporta una rigidez específica similar a la del acero y dos veces superior al concreto. Esto implica que por lo general las construcciones con madera son significativamente más flexibles que las de hormigón y acero.

En términos específicos, para un volumen determinado, cada kilogramo de madera aporta 6 veces mayor resistencia a la tracción longitudinal que un kilogramo de acero y 185 veces mayor resistencia que el concreto. En compresión el aporte específico de la madera es 5 veces superior al acero y 7 veces superior al concreto. Esto implica que la madera es un material mucho más eficiente para resistir esfuerzos axiales.

La madera es significativamente más flexible; en tracción longitudinal, esta tolera deformaciones elásticas 6 veces superiores al acero y 82 veces superiores al concreto. En compresión longitudinal la madera es 5 veces más flexible que el acero y 3 veces más que el concreto. Este hecho tiene múltiples implicaciones en el diseño. No obstante, es importante notar, que las estructuras de madera toleran deformaciones muy superiores dentro del régimen elástico.

En la dirección perpendicular a las fibras, la madera muy poco rígida, 40 veces menos que el concreto y 345 veces menos que el acero. La resistencia a las tracciones perpendiculares de la madera es similar a la del concreto, lo cual resulta unas 100 veces inferior a la del acero. En compresión, la resistencia de la madera duplica al valor de tracción, no obstante, es 4 veces inferior al concreto y 22 veces inferior al acero. Por este motivo en las construcciones con madera se evita en la manera de lo posible, los esfuerzos perpendiculares a la fibra y es muy importante evaluar su importancia en determinados puntos tales como uniones y centros de curvatura, ya que a diferencia del concreto la madera se refuerza con mucha menos frecuencia. (B., OCTUBRE 2019)

Las ventajas del uso de la madera en la construcción de viviendas se pueden clasificar dentro de los siguientes aspectos:

### Aspecto constructivo:

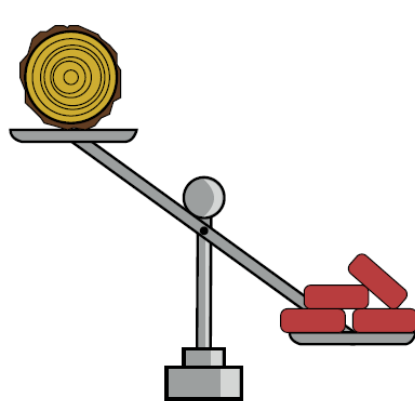
- Estas viviendas tienen poco peso, lo que se traduce en tener cimentaciones de bajo costo.
- Este sistema tiene alta resistencia a los movimientos sísmicos.
- Las cámaras térmicas del sistema constructivo de los muros proporcionan mayor capacidad de aislamiento térmico y acústico.
- Las vetas y texturas de la madera proporcionan mayor belleza y calidez en el diseño.
- La ligereza de la madera permite que su transportación sea fácil, con una reducción de costos por este concepto.

### Aspecto de costos:

- En comparación con los sistemas tradicionales de construcción, el sistema a base de paneles de madera reduce de un 15% a un 20% los costos.
- La rapidez del sistema constructivo con madera permite abatir costos indirectos.
- El sistema constructivo, permite construir a bajo costo y además se puede adecuar a las condiciones bioclimáticas donde se ubique el proyecto.

### Propiedades físicas

La madera presenta propiedades físicas muy favorables para la construcción, en comparación con otros materiales, como son su densidad básica baja, esto es, la hace un material ligero en comparación con el concreto o el acero, y un material poroso, que le imprime buenas propiedades de aislamiento térmico, eléctrico y acústico, adecuada para el confort en las construcciones.



La madera es un material ligero, pero de alta resistencia.



Una casa de madera es térmica, generando confort sin costo de aire acondicionado

*Ilustración 11 Propiedades físicas de la madera (CONAFOR)*

No obstante, también presenta propiedades físicas limitantes, como es el hecho de tratarse de un material higroscópico, propiedad que le permite adsorber y ceder humedad, en forma de vapor, al medio ambiente. Dichas variaciones en su contenido de humedad van acompañadas de contracciones o hinchamientos de sus dimensiones; al mismo tiempo, los cambios dimensionales pueden provocar la deformación de la madera y una variación en su resistencia mecánica.

#### Propiedades mecánicas

La madera posee una alta resistencia mecánica para su reducido peso, al compararse con otros materiales de construcción. Dicha resistencia mecánica se manifiesta con diferente capacidad según sea la dirección de la carga o esfuerzo con respecto al hilo de la madera.

La madera presenta su más alta resistencia a esfuerzos de tracción en dirección paralela a la fibra y, por el contrario, su más baja resistencia es a esfuerzos de tracción, pero en dirección perpendicular a la fibra.

La resistencia mecánica de la madera se ve afectada por las variaciones en el contenido de humedad, por la presencia de defectos como nudos, rajaduras y desviación de la fibra, así como por la afectación por el ataque de hongos (pudrición), además por las variaciones naturales de crecimiento del árbol, que pueden hacer variar su densidad y, con ello, la capacidad de soportar cargas, por lo que debe revisarse y seleccionarse cuidadosamente la madera a usar en la construcción.

#### Ventajas del secado

La madera antes de usarse debe secarse a valores inferiores al 18% de contenido de humedad, para lograr las siguientes ventajas:

- Reducir significativamente su peso
- Aumentar su resistencia mecánica natural, se hace más rígida y resistente
- Evitar que se contraiga y deforme cuando se pone en servicio
- Aumentar su resistencia al biodeterioro
- Mejorar la adherencia de acabados y Recubrimientos

#### Durabilidad natural

Cuando la madera se mantiene en condiciones secas, cuando se utiliza la madera de duramen y cuando se aplican los diseños constructivos para mantener la madera bien ventilada, su durabilidad es alta; no obstante, hay que considerar que existen especies de madera de muy alta durabilidad y resistencia al biodeterioro, principalmente las maderas duras tropicales, mientras que algunas otras manifiestan una resistencia al biodeterioro limitada, como sucede con la albura de las maderas suaves. Dicha durabilidad natural está también influida por las condiciones de exposición a la humedad y a la intemperie.

Nombre de la pieza	Dimensiones madera aserrada (grosor x ancho, en pulgadas)	Dimensiones madera cepillada (grosor x ancho, en pulgadas)
Duela o regla	1 X 4	$\frac{3}{4}$ X 3 $\frac{1}{2}$
Barrote	2 X 4	1 $\frac{1}{2}$ X 3 $\frac{1}{2}$
Tabla	1 X (8, 10, 12)	1 X (7 $\frac{1}{2}$ X 9 $\frac{1}{2}$ X 11 $\frac{1}{2}$ )
Tablón	2 X (8, 10, 12)	1 $\frac{1}{2}$ X (7 $\frac{1}{2}$ X 9 $\frac{1}{2}$ X 11 $\frac{1}{2}$ )
Polín	3 $\frac{1}{2}$ X 3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$ X 3 $\frac{1}{4}$
Viga	4 X 8	3 $\frac{1}{2}$ X 7 $\frac{1}{2}$

*Ilustración 12 medidas comerciales de la madera (CONAFOR)*

Todas las piezas tienen un largo comercial de 8' (2.44m) sólo el caso de las vigas que puedan tener los siguientes largos: 12' (3.66m), 14' (4.27m), 16' (4.88m), 18' (5.49m), 20' (6.10m) Normalmente la madera se vende en largos cuya dimensión se da en pares de pies.

#### Clasificación de la madera

En forma visual debe clasificarse la madera en clase:

“A”: Alta resistencia.

“B”: Baja resistencia.

De acuerdo a la norma mexicana NMX C-239-1985-“Calificación y clasificación de madera de pino para uso estructural “.

#### Aspectos constructivos

Dentro de estos aspectos se deben considerar las condiciones del terreno, las cuales van a determinar el costo y funcionalidad de la vivienda.

Existen tres factores principales que pueden afectar el costo de la construcción de una casa:

**I.** Las condiciones del subsuelo. Se debe buscar que el terreno sea de consistencia compacta, sin rellenos, sin aguas freáticas y de preferencia plano.

**II.** La ubicación de la casa en el lote. Los trabajos preliminares que hay que realizar como:

- Limpieza del terreno.
- Trazo del terreno.
- Nivelación del terreno.
- Excavación del terreno.

**III.** Desarrollo del sistema constructivo. Incluye la cimentación, el desplante de los muros, la estructuración del techo, la colocación de la cubierta, su impermeabilización, la colocación de la teja seleccionada, así como la colocación de las puertas y ventanas, sin

olvidar que, una vez construida la cubierta, ya se pueden colocar las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.

Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de madera comercializadas en México.

### **Cedro**

*Cedrela* ssp. Familia Meliaceae

Distribución geográfica; desde México y Centroamérica hasta el norte de Argentina, se encuentra también en las islas del Caribe

Antecedentes; el cedro es un árbol con fuste recto irregular, de 20 hasta 35 m de altura, con un diámetro a altura de pecho hasta 100 cm. Su madera es una de las más conocidas y apreciadas en el mundo por sus características estéticas, propiedades tecnológicas y durabilidad natural, que ha estado en el comercio local e internacional por varios cientos de años.

Características de la madera: albura de color rosado claro o amarillento blanquecino, con transición gradual a duramen de color castaño rojizo claro a oscuro, anillos de crecimiento marcados. Hilo usualmente recto y en ocasiones entrecruzado, textura mediana a gruesa, vetado de mediano a acentuado. Madera seca con olor característico (fragancia aromática agradable).

Trabajabilidad: Madera liviana, fácil de trabajar con herramientas manuales y en todas las operaciones de maquinado. Ofrece un buen acabado y un alto pulimento después de sellada la superficie; fácil de laquear y pegar: acepta y retiene bien los clavos y tornillos.

Secado: La madera seca rápido y fácilmente al aire libre, con poca tendencia a agrietarse y deformarse.

Durabilidad natural: Duramen resistente a moderadamente resistente al ataque de hongos e insectos. Poco resistente a los perforadores marinos, y rara vez atacada por termitas.

Usos actuales: carpintería, ebanistería, chapas desenrolladas, chapas rebanadas decorativas, paneles, talla, puertas y ventanas, cajas especiales para empacar y guardar puros, empaques finos, artesanía y torneados.

Observaciones: La madera seca y en uso ocasionalmente exuda una goma que interfiere con el acabado lo cual ocasiona una desvaloración grave del producto elaborado.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m <sup>3</sup> ]	600—800
Densidad seca al aire CH <sub>12-15</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	0.35—0.50—0.60
Contracción	Total*      Normal**
radial [%]	4.0      1.6—2.3
tangencial [%]	6.3      2.6—3.3
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13 tangencial: 0.24
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	31—40
Resistencia a flexión CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	51—83
Módulo de elasticidad (flexión) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	5200—7400
Resistencia al impacto CH <sub>12-15</sub> [kJ/m <sup>2</sup> ]	22—37—45
Cizallamiento CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	5.0—6.0
Dureza JANKA (lateral) CH <sub>12-15</sub> [kN]	2.2—3.5
Dureza BRINELL (lateral) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	14—18

\*verde a seco (0% de humedad); \*\*verde a 12% de humedad

## Pino Blanco

*Pinus douglasiana* Martinez

Familia Pinaceae

Distribución geográfica: Especie endémica a México, regiones y occidente

Antecedentes: El pino blanco es uno de los pinos nativos de México. El árbol alcanza una altura de 20 a 35 m y diámetro a altura de pecho de 50 a 75 cm. Se localiza en la región centro y occidente de México, asociada en bosques de coníferas y de encinos, a alturas sobre el nivel del mar de 14000 a 2500 m,

Características de la madera; duramen de color castaño a rojizo, bien diferenciado de la albura de color amarillo crema. Límites de anillo de crecimiento bien visibles, delineados por bandas oscuras (madera tardía), alternando con bandas claras (maderas tempranas).

**Trabajabilidad:** Generalmente la madera del pino blanco es de buen comportamiento a los diferentes procesos de maquinado, obteniéndose buenas calidades de superficies. Permite además clavado y atornillado sin problemas. Por lo regular fácil de encolar y acabar, sin embargo, esto puede variar dependiendo de la cantidad de resina presente en la madera.

**Durabilidad natural:** duramen de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5) . susceptible a las termitas de madera seca y a barrenadores. Debido a la alta proporción de albura (no resistente), no se debe usar la madera en exteriores sin tratamiento previo de preservación.

**Usos:** estructuras ligeras bajo techo (vigas, travesaños, planchas y esquineros), tarimas revestimiento espaciado de paredes, entablado de pisos y techos, puertas interiores, marcos, lambrines, paneles, muebles y carpintería general. Tratado con preservantes a presión, para cubiertas de terrazas, revestimientos, y otras obras de construcción al aire libre.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m <sup>3</sup> ]	~ 1200
Densidad seca al aire CH <sub>12-15</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	0.47—0.51—0.61
Contracción	Total*      Normal**
radial [%]	4.2—4.6      1.8—2.0
tangencial [%]	8.0—10.4      4.5—4.9
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.16—0.18 tangencial: 0.38—0.43
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	40—48—54
Resistencia a flexión CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	87—91—104
Módulo de elasticidad (flexión) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	8800—10700—12700
Resistencia al impacto CH <sub>12-15</sub> [kJ/m <sup>2</sup> ]	40—67***
Cizallamiento CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	~ 10
Dureza JANKA (lateral) CH <sub>12-15</sub> [kN]	11.5—3.5—7.6
Dureza BRINELL (lateral) CH <sub>12-15</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	12—18—31

\*verde a seco (0% de humedad); \*\*verde a 12% de humedad; \*\*\*valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH<sub>12-15</sub>)

## 2.2. La vivienda sustentable y ecotecnias para “mi casa ecológica”.

¿Qué es una vivienda sustentable?, es aquella vivienda que sigue un nuevo paradigma de construcción y de vida, una conciencia de responsabilidad ambiental, en donde lejos de lastimar el entorno, lo favorece al crear un desarrollo sostenible que sea generador y regulador de los recursos naturales.

Se considera a la vivienda construida tomando en cuenta aspectos de sustentabilidad como diseño bioclimático y eficiencia energética, esto último, mediante la incorporación de tecnologías sustentables definidas en un paquete básico referidas a: Gas, Electricidad y Agua, para obtener ahorros en: consumo de energía, pagos de servicios (gas, electricidad y agua) y emisiones de CO<sub>2</sub>e. La cadena productiva asociada a la producción de vivienda, se considerarse la huella de carbono del ciclo de vida de la vivienda que incluye la fabricación de los materiales de construcción, su transporte, el proceso de edificación y equipamiento de los desarrollos habitacionales y las viviendas además de la operación de esta durante su vida útil.

Características de una vivienda sustentable

- Uso eficiente y racional de la energía
- Conservación, ahorro y reutilización del agua
- Prevención de residuos y emisiones
- Creación de un ambiente saludable y no toxico
- Cambios en hábitos de personas

El crecimiento del sector vivienda en México, en la última década ha sido positivo en términos financieros, de fomento al mercado doméstico y más importante, de acceso a una casa. Se han realizado esfuerzos por fortalecer la oferta de vivienda sustentable en México, hecho que no ha sido posible de manera masiva, si tomamos en cuenta que la mayor parte de los desarrollos habitacionales siguen sin considerar acciones mínimas de sustentabilidad.

En la teoría, consideraríamos un desarrollo habitacional sustentable, el que idealmente fuera:

- Rentable como modelo de negocio y redituable para el país en términos de generación de empleos y finanzas públicas,
- Amigable con el entorno ecológico, en función a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), emitidos en toda la cadena productiva que involucra el construir y habitarlos. Aprovechamiento y uso/reuso adecuado del agua y tratamiento de residuos sólidos, y
- Ser detonador de una vida en comunidad mejor que signifique menores gastos para las familias que ahí habiten, en transporte a sus lugares de empleo y operación de la vivienda (luz, agua, gas) y equipamientos urbanos adecuados y acceso a servicios de salud, esparcimiento, comercio y abasto y particularmente educación en todos los niveles.



## **Ecotecnias para “mi casa ecológica”**

Son sistemas desarrollados para que eficientemente sean aprovechados los recursos naturales y materiales, garantizando una operación limpia, económica y ecológica para generar bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la vida diaria.

### **Tecnologías utilizadas en “mi casa ecológica”**

#### **1. Calentador solar de agua (Aqua, 2022)**

Un Calentador Solar es un dispositivo que convierte la energía solar en calor que se usa para calentar algún fluido (agua, alcohol, salmuera, aceite, aire, etc.) La energía del sol se transforma directamente en calor sobre una superficie oscura que al estar en contacto con el fluido hace que este se caliente.

Su uso más común es para calentar agua para servicios sanitarios en regaderas, lavadoras, lava trastes, etc. tanto para casas como también para comercios, hoteles, hospitales, asilos, albergues, restaurantes, lavanderías, industrias, etc. O para calentar el agua en albercas, tinas de hidromasaje o jacuzzis.

El agua que se obtiene puede alcanzar los 100°C o más (bajo condiciones de presión superior a la atmosférica) por lo que también se le da otros usos para procesos industriales o comerciales, así como para alimentar calderas y generadores de vapor.

Componentes de un Calentador Solar

Cualquier calentador solar para agua se compone de dos partes principales:

- **Termotanque:** Un depósito aislado térmicamente en el cual se almacena el agua caliente.
- **Colector Solar:** Es la superficie donde se calienta el agua, la cual puede ser de tipo colector plano o de tubos al vacío.
- **Aislamiento Térmico:** Es un compuesto que parece esponja rígida que mantiene el agua caliente dentro del depósito. Este aislamiento térmico hace posible conservar el agua caliente durante toda la noche para utilizarla en la madrugada antes de que salga el sol, aun cuando haga mucho frío. Regularmente se utiliza Espuma de Poliuretano por su excelente capacidad de aislamiento.
- **Base o Estructura de Soporte:** Su función principal es darle la inclinación necesaria al colector solar para obtener el Calentamiento por Termosifón.

El calentador solar siempre estará lleno de agua, ya sea fría, caliente o una mezcla de ambas.

- En un principio toda el agua contenida en el calentador solar estará fría.

- Conforme el Colector Solar (Tubo al Vacío) absorbe energía del sol comienza a calentarse. El agua que está en contacto con el mismo se calienta. Al calentarse pierde densidad lo que la hace subir a la parte más alta del sistema, en este caso el termotanque. A su vez más agua fría ingresará al colector solar y se repetirá el ciclo de calentamiento. Este proceso es llamado Calentamiento por Termosifón

El agua caliente se irá acumulando en la parte alta del termotanque y luego de algunas horas de exposición solar toda el agua contenida dentro del equipo estará caliente.

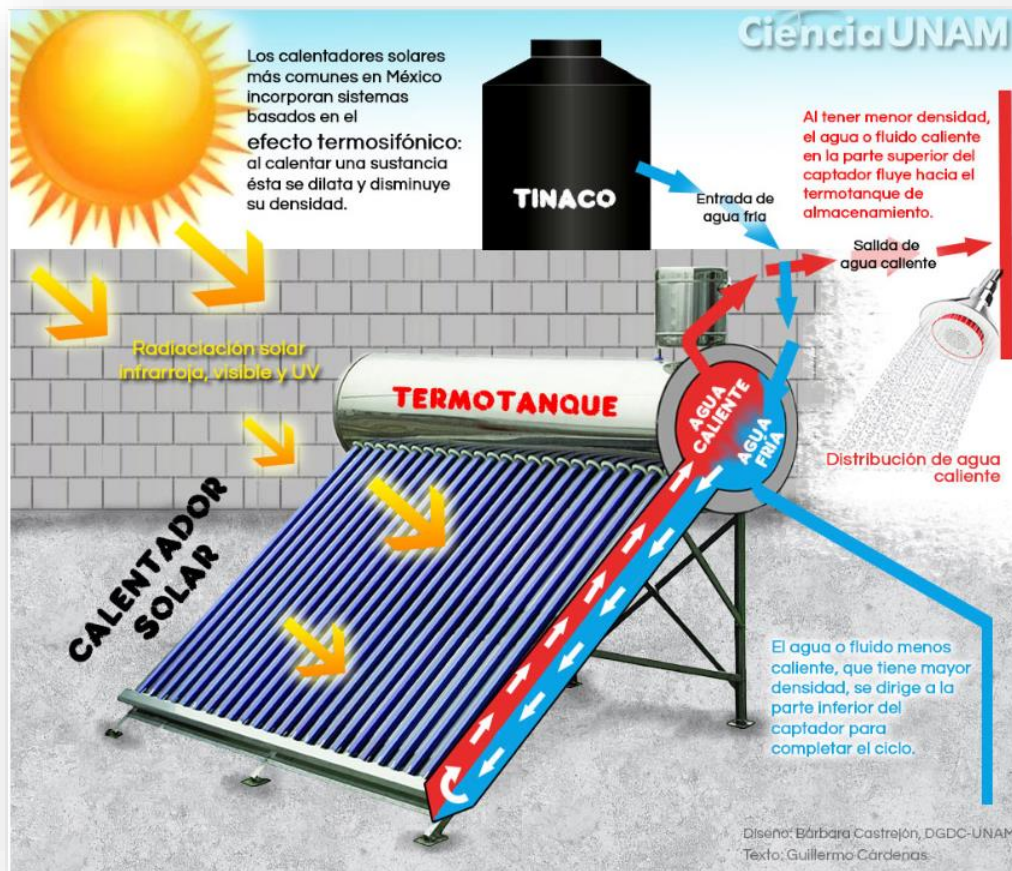


Ilustración 13 Calentador solar (UNAM, 2018)

## 2. Sistemas fotovoltaicos para energía eléctrica conexión mixta. (CELSIA, 2022)

El sol puede proporcionar energía suficiente para dar electricidad a todo el planeta. Pero no puede hacerlo directamente. Los paneles solares son el intermediario que hace que la luz solar nos sirva de energía. Su diseño es simple, muy eficaz y permite el autoconsumo, lo que

fomenta la sostenibilidad. En un futuro próximo, los paneles generarán electricidad incluso de noche.

Una sola hora de sol bastaría para abastecer las demandas energéticas de la humanidad durante todo un año. La afirmación no es exagerada y explica mejor de lo que lo haría cualquier gráfica, la importancia de que el ser humano sea capaz, a través de diferentes procesos, de convertir en energía eléctrica lo que el sol regala. La energía solar como alternativa de futuro para la humanidad. (BBVA, 2022)

Los paneles solares son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).



*Ilustración 14 Panel solar (BBVA, 2022)*

En los paneles solares, cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una batería. La luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica.

Estos paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza. Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV),

que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día.

Los paneles fotovoltaicos toman la luz solar para generar una corriente directa, la cual es transferida y aprovechada por la mayoría de los equipos eléctricos. La energía generada pasa a través de un medidor, que la cuantifica. Luego continúa hacia una caja de suministro eléctrico, donde se distribuye hacia la red del lugar.

Paso a paso de la generación de la energía solar fotovoltaica:

- Paneles solares

Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día.

- Inversor

Este dispositivo es el que convierte la electricidad generada por los paneles solares en la electricidad de corriente alterna (AC).

- Panel eléctrico

La electricidad de corriente alterna se envía desde el inversor a su tablero eléctrico para accionar las luces y aparatos con energía solar. El cuadro eléctrico es a menudo llamado “caja de interruptores.”

- Medidor de utilidad

El contador de servicios mide el consumo de energía. En realidad, va hacia atrás cuando el sistema genera más energía de la que necesita inmediatamente. Este exceso de energía solar compensa la energía que se utiliza por la noche. Esto se denomina “Net Metering”, o medición neta.

### **3. Sistema de captación de agua pluvial y su uso doméstico. (URBANA, 2022)**

El sistema de captación de lluvia propuesto por la empresa Isla Urbana. Se trata de un sistema de captación de lluvia muy eficiente y bien adaptado a diferentes contextos urbanos y rurales, tanto a nivel doméstico como a escala mediana.

Paulatinamente, se ha mejorado el sistema a nivel técnico, haciéndolo sencillo de instalar por personas con nociones de plomería; con mantenimiento y operación sencillos para que los

usuarios puedan adoptarlo fácilmente y de manera intuitiva; el sistema es modular y escalable para que se pueda modificar y crecer de acuerdo a las necesidades de cada proyecto.

En promedio, en la CDMX, cada metro cuadrado de azotea puede recolectar más de 700 litros al año, o sea ¡Un techo de 70 metros cuadrados puede recolectar 63,000 litros, lo mismo que 7 pipas!

Captar y aprovechar el agua de lluvia ofrecerá otra alternativa cuando haya poca agua en la red y las pipas cuesten más dinero. La época de lluvias nos ofrecerá agua cristalina y de calidad. Con el tiempo podemos conectar más techos, agregar cisternas y tinacos para aumentar la capacidad de almacenamiento y así poder tener agua en temporada de sequía. Aprender hoy a usar la lluvia nos dará agua potable de una fuente independiente, con menor impacto ambiental, mayor autonomía ante catástrofes, más armoniosa con el ciclo natural del agua, todos los años. Cada litro de lluvia captado no tendrá que bombearse del subsuelo, traerse de lejos ni tampoco saturará el drenaje.

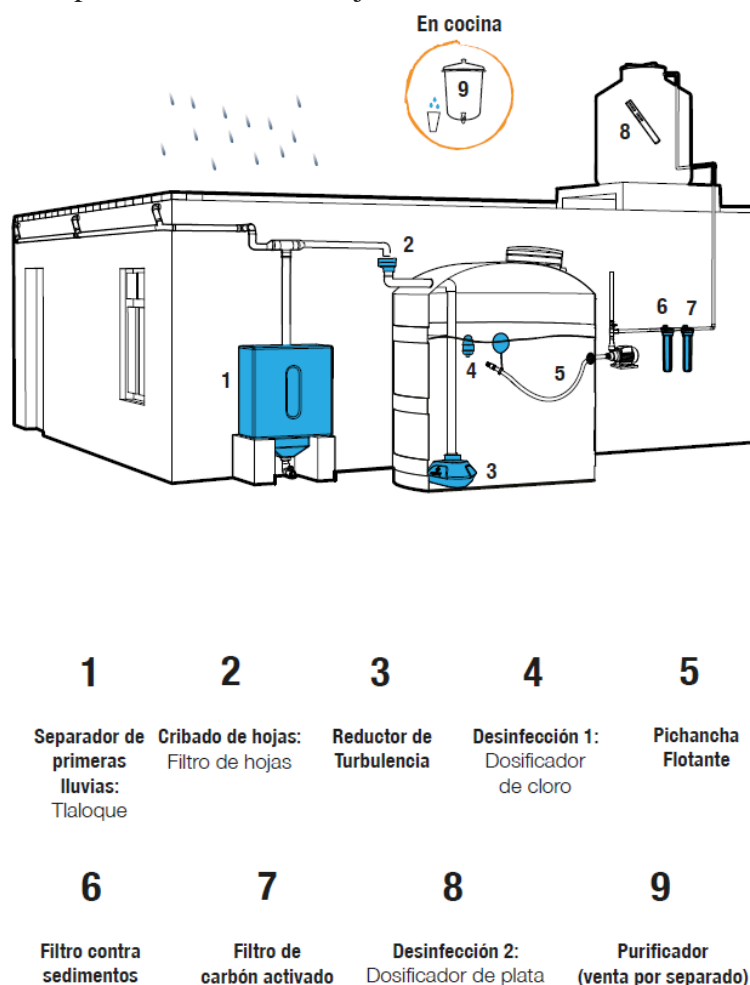


Ilustración 15 Proceso de purificación de agua (URBANA, 2022)

-Separación de primeras lluvias: Acción de retener y desviar a voluntad del usuario, los primeros litros de cada evento de lluvia, permitiendo una mejora en la calidad del agua que va al tanque de almacenamiento, a razón de 50% por cada litro desviado/m<sup>2</sup>. Un Tlaloque mejora en promedio un 75% la calidad de agua de lluvia separando 2 L por cada m<sup>2</sup> de área de captación.

-Cribado de hojas: Retiro de hojas y basura grande, que arrastra la lluvia, por medio de una malla o rejilla que permita el paso del agua y retenga los residuos.

-Sedimentación/decantación: Proceso mediante el cual, los sólidos más pesados se van al fondo de un contenedor, después de un tiempo de retención. Por medio de un dispositivo se evita que estos sedimentos continúen hacia el siguiente paso.

-Desinfección: Tratamiento para eliminar, reducir o inhibir microorganismos del agua, como: bacterias, algas y virus.

-Filtración: Proceso con el cual el agua atraviesa un material filtrante, el cual retiene residuos. Existen procesos de filtrado para contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.

-Purificación: Se trata de tratamiento de un nivel superior y más estricto que la potabilización, y debe cumplir con la NOM-244-SSA1-2008.

#### **4. Biodigestor (Rotoplas, 2013)**

El Biodigestor Autolimpiable es un sistema para el saneamiento, ideal para viviendas que no cuentan con servicio de drenaje en red.

El sistema recibe las aguas residuales domésticas y realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos.

En zonas que cuentan con red de alcantarillado ayuda a que el drenaje se libere evitando su obstrucción y haciendo más rápido el tratamiento posterior del agua.

- Sustituye, de manera más eficiente, los sistemas tradicionales como fosas sépticas de concreto y letrinas, las cuales son focos de contaminación al agrietarse las paredes y saturarse con sólidos.
- Posee un sistema único que permite extraer sólo los lodos o material digerido, haciéndolo higiénico, económico, sin malos olores ni contaminación. Su mantenimiento no requiere equipo electromecánico especializado para su limpieza.
- En el uso doméstico su servicio es de 2 hasta 60 personas y de hasta 233 usuarios en oficina, edificios comerciales, educativos o deportivos.
- El Biodigestor Autolimpiable está fabricado con plásticos de alta tecnología que aseguran una vida útil de más de 35 años.
- Autolimpiable, al abrir una válvula se elimina el lodo digerido del Biodigestor.
- Hermético, ligero y resistente.

- Preservación de mantos freáticos.
- Cuidado del medio ambiente.
- Reduce el riesgo de enfermedades gastrointestinales.

#### Innovación en el Tratamiento de Aguas Residuales

- Eficiente, su desempeño es superior al de una fosa séptica debido a que realiza un tratamiento primario de las aguas residuales (proceso anaerobio).
- Es un sistema Autolimpiable, donde al abrir una llave se extraen los lodos residuales.
- Sin costo de mantenimiento, no es necesario utilizar equipo especializado para el desazolve, eliminando así costos adicionales para el usuario. El mantenimiento se realiza al abrir la válvula de extracción de lodos.

#### Amigable con el entorno

- Sustentable, cuida el medio ambiente al prevenir la contaminación de mantos freáticos (suelo y agua).
- Es hermético e higiénico, construido de una sola pieza lo que evita fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo una alta resistencia a impactos y a la corrosión.
- El Biodigestor Autolimpiable cumple con la NOM-006-CONAGUA-1997 “Fosas sépticas prefabricadas – especificaciones y métodos de prueba”.

## Componentes

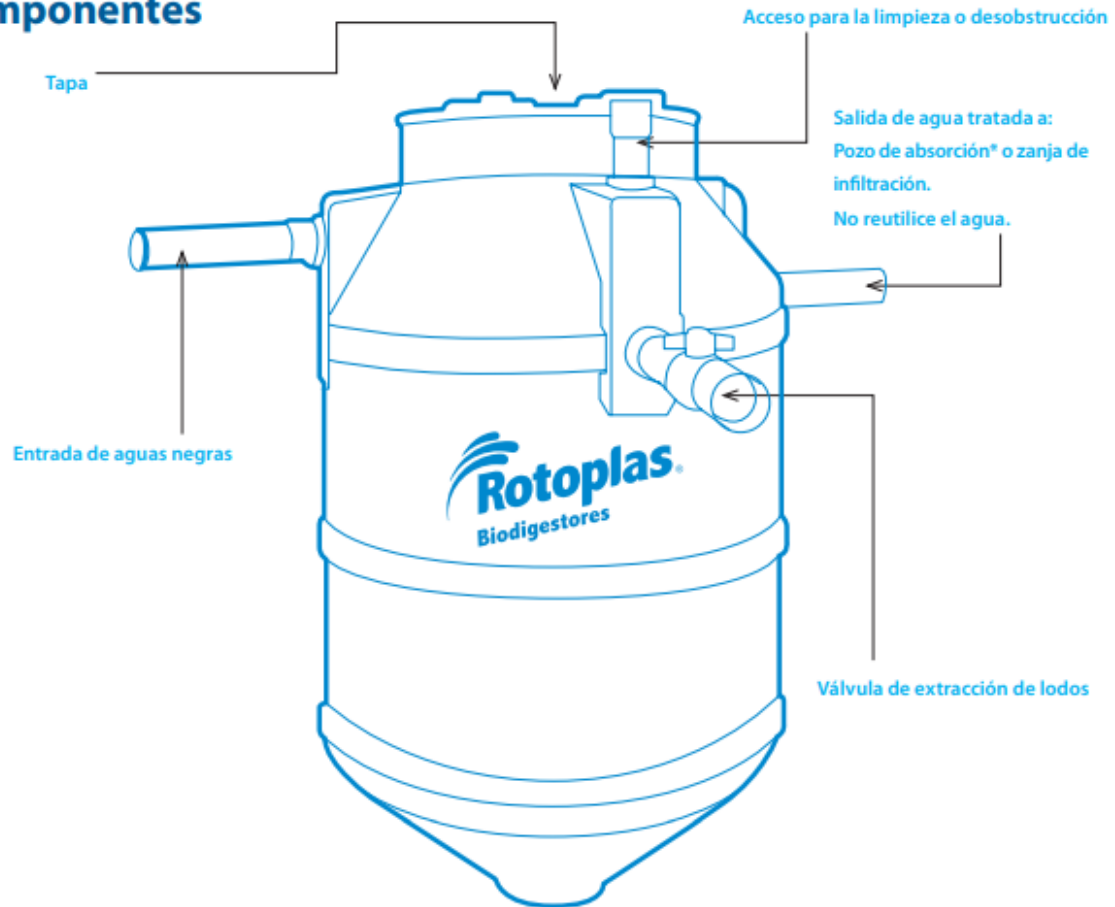


Ilustración 16 Biodigestor Rotoplas (Rotoplas, 2013)

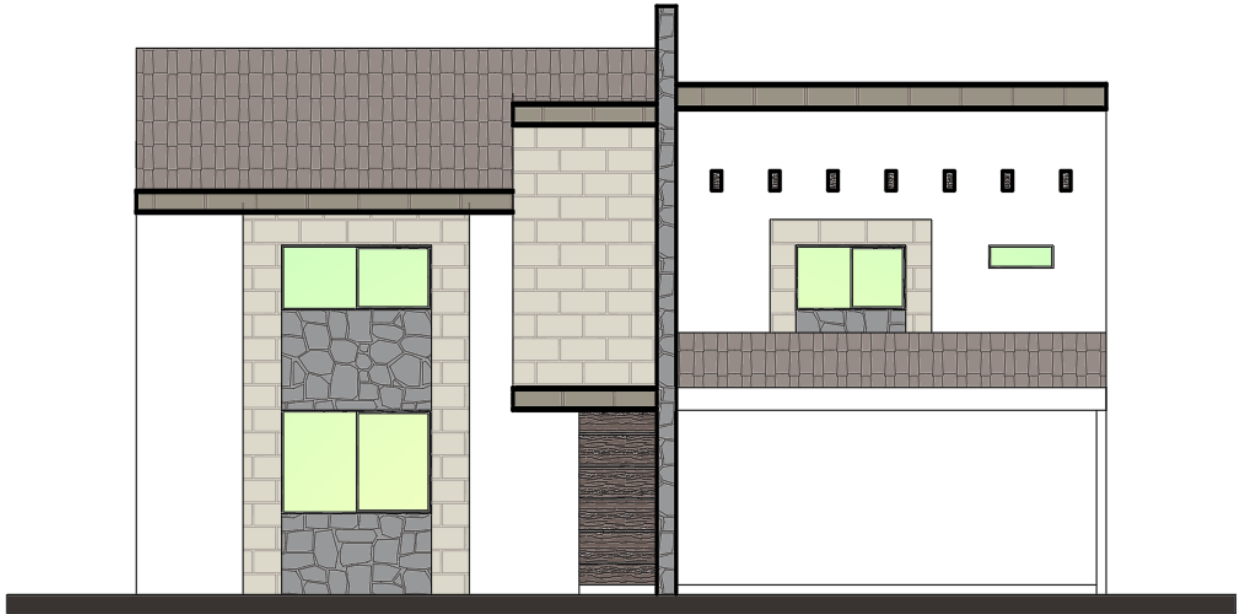
### III. Proyecto de casa habitacional “mi casa ecológica”

Proyecto “Mi casa ecológica”, plantea el uso de materiales de la construcción los cuales en su producción sean de baja generación de gases de efecto invernadero, la construcción en México para estos tiempos es por medio de materiales que tienen algún proceso de industrialización, por lo que cambiar a nuevos métodos no será tarea fácil, ya que los materiales con bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, han sido desplazados con el tiempo y su uso actual es simplemente decorativo.

Es por eso por lo que el proyecto de “mi casa ecológica”, presenta materiales que sean agradables con la estética, pero resistentes en su constitución, ese tipo de conceptos a la gente le parece interesante, esto permitirá que el proyecto sea una propuesta de construcción exitosa para la comercialización, sin olvidar el verdadero objetivo del proyecto, ser participe en la suma de esfuerzos para reducir la generación de CO<sub>2</sub> en la construcción de casas habitación.



### 3.1. Plantas, alzados



*Ilustración 17 Fachada Frontal "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)*



*Ilustración 18 Fachada trasera "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)*

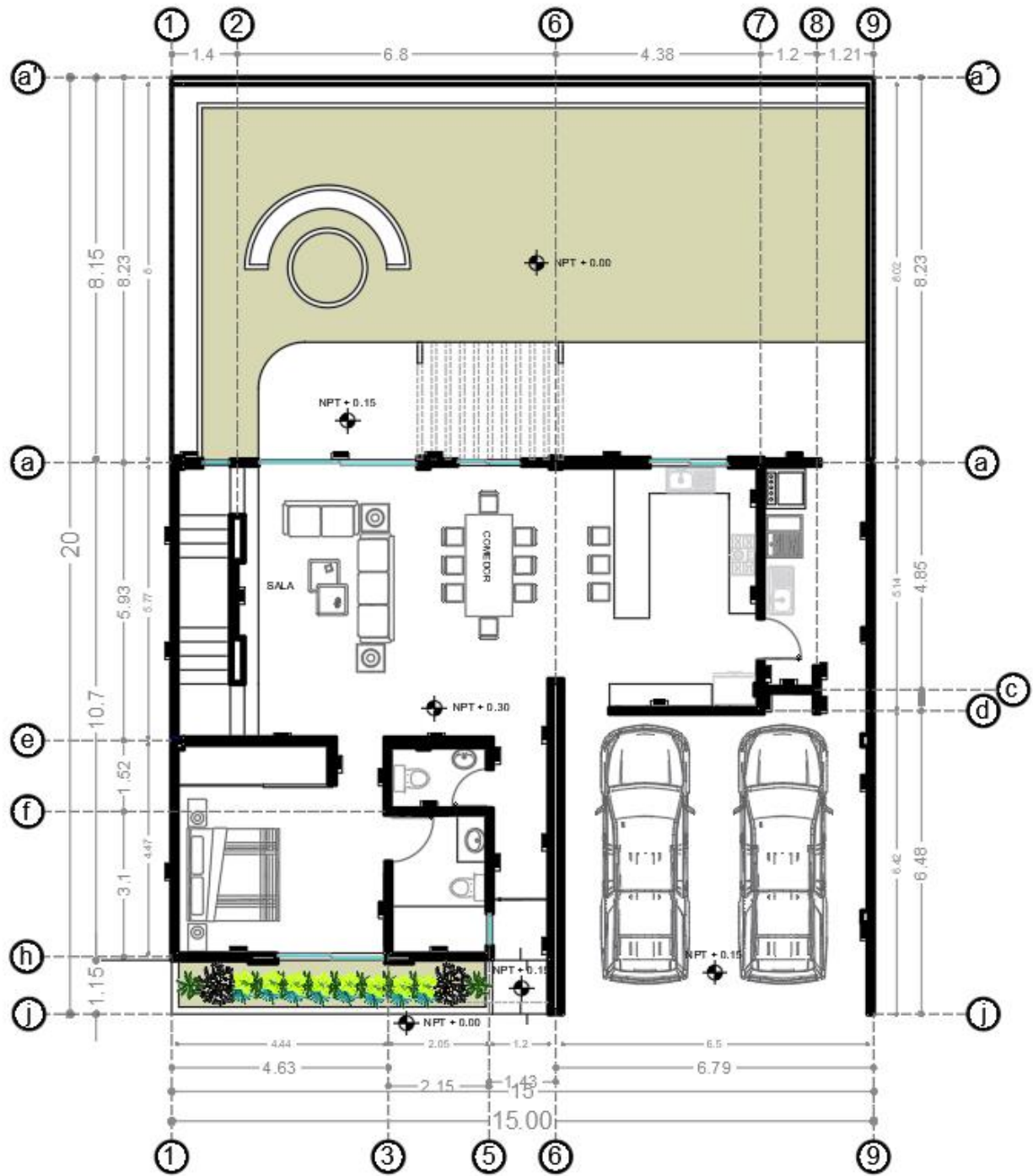


Ilustración 19 Planta baja "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)

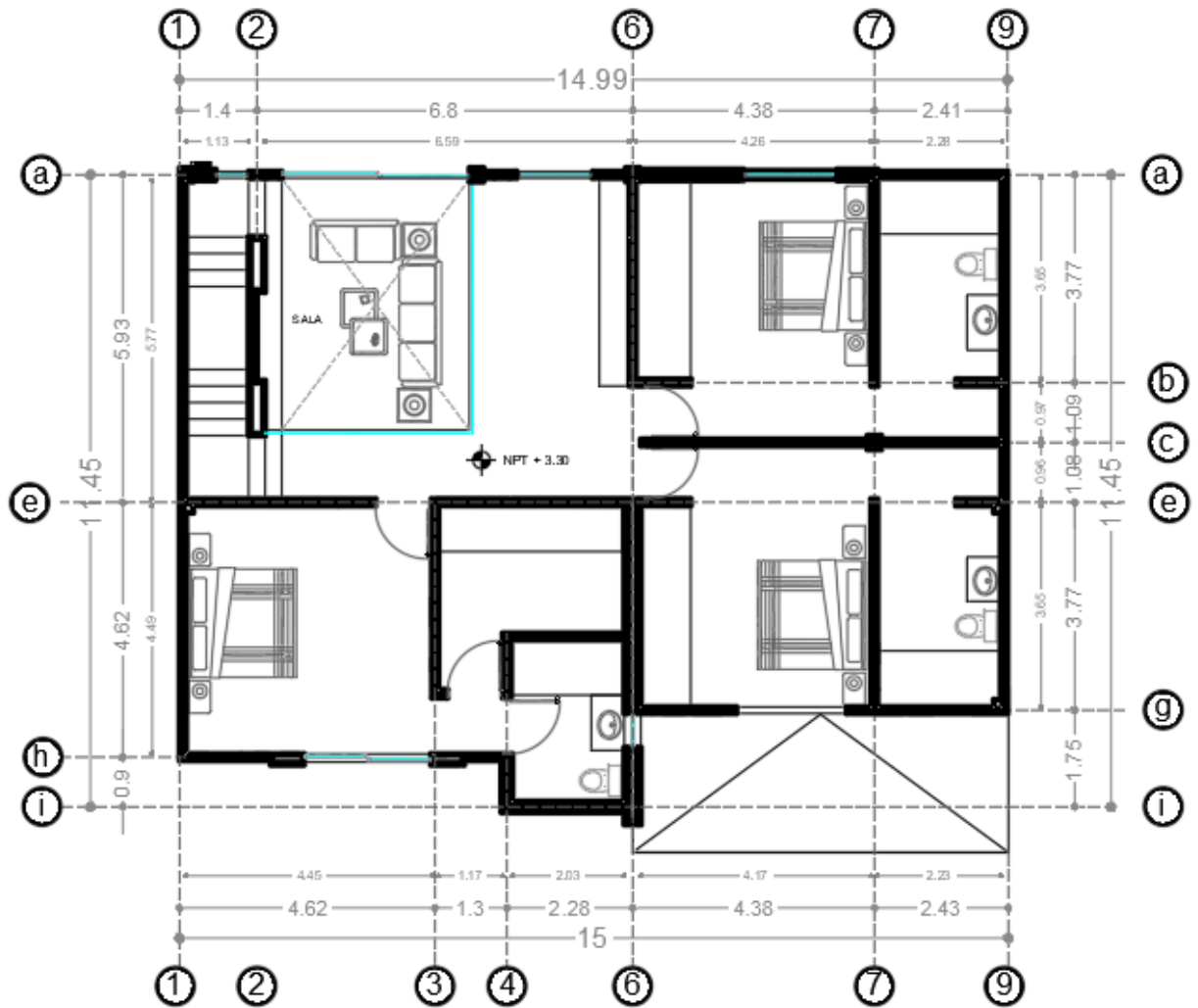


Ilustración 20 Planta alta "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)



*Ilustración 21 "mi casa ecológica" vista frontal izquierda (Muciño, 2022)*



*Ilustración 22 "mi casa ecológica" vista frontal (Muciño, 2022)*



*Ilustración 23 "mi casa ecológica" vista frontal derecha (Muciño, 2022)*



*Ilustración 24 "mi casa ecológica" vista PB, jardín, sala, comedor, cocina 1P estudio (Muciño, 2022)*



*Ilustración 25 "mi casa ecológica" PB, sala, cuarto de visitas, 1N estudio (Muciño, 2022)*



*Ilustración 26 "mi casa ecológica" Vista sala hacia el jardín (Muciño, 2022)*



*Ilustración 27 "mi casa ecológica" Vista desde el estudio (Muciño, 2022)*



*Ilustración 28 " mi casa ecológica" Vista sala (Muciño, 2022)*



*Ilustración 29 "mi casa ecológica" Vista sala, comedor, cocina (Muciño, 2022)*



*Ilustración 30 vista trasera "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)*





*Ilustración 31 vista jardín "mi casa ecológica" (Muciño, 2022)*

### **3.2. Materiales a utilizar**

Actualmente los materiales que se usan en la construcción de casas habitación son materiales que tienen un grado alto de industrialización, como, por ejemplo, el cemento portland, varilla, block macizo, block hueco, ladrillo, pisos cerámicos, losas aligeradas, losas a base de vigueta y bovedilla, zapatas aisladas, corridas, concreto hecho en planta etc. En un fraccionamiento de casas en línea, se tendrán que utilizar procesos y materiales que sean de preferencia industrializados para poder acelerar la construcción de tal forma que los proyectos sean viables económicamente, sin embargo, en casas residenciales en construcciones particulares, la manera de construir es similar ya que provee rapidez y además confianza en la seguridad estructural de los materiales. En “mi casa ecológica” se hará uso de distintos materiales industrializados, de los cuales la gente a lo largo del tiempo les tiene confianza y por herencia constructiva elige.

#### **3.2.1. Cimentación**

En la cimentación de casas habitación dependiendo el resultado del estudio de mecánica de suelos y sus respectivas recomendaciones. En “mi casa ecológica” se proponen los siguientes métodos constructivos zapata corrida a base de concreto y acero y mamposteo a base de piedra braza para su comparativa en generación de CO<sub>2</sub>.

## Tipos de zapatas

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro, que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del suelo. Las zapatas que soportan una sola columna se llaman individuales o aisladas. La zapata que se construye debajo de un muro se llama zapata corrida o zapata continua.

Indudablemente las zapatas representan la forma más antigua de cimentación. hasta mediados del siglo diecinueve, la mayor parte de las zapatas eran de mampostería. Se construían de piedra cortada y labrada a tamaños especificados, se les llamaba zapatas de piedra labrada. En contraste las zapatas de mampostería ordinaria se construían con pedazos de piedra de todos los tamaños unidos con mortero. Las zapatas de mampostería eran adecuadas para casi todas las estructuras, hasta que aparecieron los edificios altos con cargas mayores en las columnas.

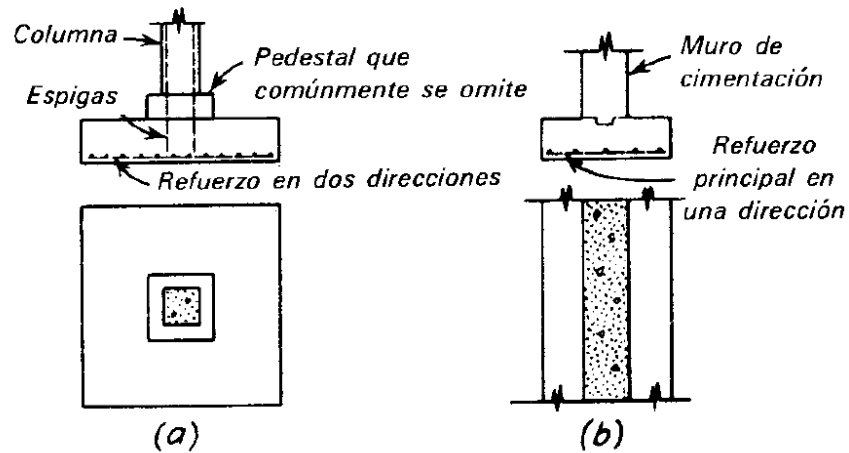


Ilustración 32 a) zapata aislada b) zapata corrida (PECK)

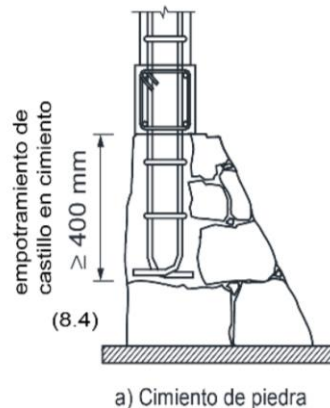


Ilustración 33 (CDMX, 2017)

### 3.2.2. Muros

En los muros de “mi casa ecológica” se presentan tres opciones, la primera es utilizando block macizo de uso comercial a base de tepojal y cemento, muro de piedra y muro de sillar, el uso de block macizo o hueco es la manera común en la actualidad de construir casas, ya sea en la autoconstrucción o en la construcción masiva de casas en fraccionamientos, la industrialización en los métodos de construcción ha generado diversas maneras de construcción de muros, hoy en día se pueden construir casas de concreto desde una fábrica, y se transportan al sitio donde se empotraran a una losa de cimentación. El uso de piedra en los muros es nula, solo se utiliza en mamposteo como cimentación para soporte de muros, no se utiliza como muros en una casa, se prefiere colocar cerámicos o piedra como fachaleta, pegados en muros de block dando la apariencia de un muro de piedra autentico, en “mi casa ecológica” la intención principal es no hacer imitaciones de materiales, más bien utilizar los materiales que queremos en la estética de la casa, y por último, el sillar; piedra labrada que se extrae de bancos de tepetate comprimido naturalmente y que son usados en construcción, normalmente de sección rectangular, el peso aproximado de los bloques de sillar para construcción es de 23 kg con excepción de los siguientes colores rosa blanquizo, rosa mexicano, mandarina rojo, en estos colores el peso promedio ronda entre los 27 y 29 kg, la resistencia de estos bloques es promedio de 23 kg/cm<sup>2</sup> a 29 kg/cm<sup>2</sup>, la carga máxima por bloque de sillar fue calculada en 21,300 kg y los colores de alta resistencia su carga máxima es de 42,000 kg.



*Ilustración 34 Colores de sillar medidas 45x25x20 (RUSTICO, 2020)*

## Ficha técnica block macizo

Es una pieza maciza de concreto, forma prismática y caras lisas, producida de manera industrializada a base de vibro compactación, manteniendo una uniformidad en la apariencia de las piezas y una mínima contracción por secado.

Especificaciones técnicas	
Medida nominal (AxBxC)	15x20x40 cm
Piezas por m <sup>2</sup>	12 pzas/m <sup>2</sup>
Peso promedio por pieza	24.2 kg
Resistencia promedio a compresión de la pieza (fp)	>150 kg/cm <sup>2</sup>
Área Neta promedio	100%
Absorción inicial máxima	< 5 g/min
Absorción máxima Total en 24 h	< 12 %
Contracción por secado	< 0.065 %
Resistencia al Fuego	4 h
Conductividad térmica. $\lambda$ (para placa de 1" de espesor)	0.238 W/m <sup>2</sup> K
Resistencia térmica R	0.63 m <sup>2</sup> K/W
Densidad de la pieza	1,950 kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento de Pegablock f'c=240kg/cm <sup>2</sup>	33.3 kg/m <sup>2</sup> 21.3 L/m <sup>2</sup>
Peso del Sistema (BLOCK + MORTERO) Sin acabados	324 kg/m <sup>2</sup> 2,160 kg/m <sup>3</sup>
TOLERANCIAS DIMENSIONALES A = ± 2 mm; B = ± 3 mm; C = ± 2mm	

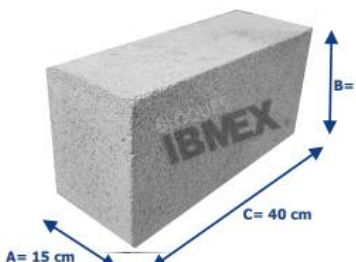


Ilustración 35 Block macizo IBMEX & STONECRETE (MEXICANA, 2022)

### 3.2.3. Losas

En la actualidad el uso del concreto es muy variado por ejemplo se utiliza en; losas de cimentación, zapatas, muros, castillos, trabes, columnas y losas, ya sea en autoconstrucción o en casas de construcción masiva. En “mi casa ecológica”, no está en contra de los sistemas industrializados, es por ello por lo que en un porcentaje alto de la casa se utilizara un proceso de losa industrializado como es la losa reticular aligerada con nervaduras, este tipo de losas se realiza a base un sistema de trabes cruzadas que formas una retícula, dejando huecos intermedios que pueden ser ocupados permanentemente por bloques de poliestireno. Sus principales ventajas,

- Los esfuerzos de flexión y corte son relativamente bajos y repartidos en grandes áreas.
- Permite colocar muros divisorios libremente.
- Se puede apoyar directamente sobre las columnas sin necesidad de trabes de carga entre columna y columna.
- Resiste fuertes cargas concentradas, ya que se distribuyen a áreas muy grandes a través de las nervaduras cercanas de ambas direcciones.
- Las losas reticulares son más livianas y rígidas que las losas macizas.
- El volumen de los colados en la obra es reducido.

- Mayor duración de la madera de cimbra, ya que sólo se adhiere a las nervaduras, y puede utilizarse más veces
- Permite la modulación con claros cada vez mayores, lo que significa una reducción considerable en el número de columnas.
- La construcción de este tipo de losa proporciona un aislamiento acústico y térmico.
- La ausencia de traveses a la vista elimina el falso plafón.



*Ilustración 36 Losa aligerada con nervaduras y bloques de poliestireno (reforzado, 2022)*

Como se mencionaba hoy en día el uso del cemento en una construcción es vital, sin embargo, como se ha mencionado el cemento por cada tonelada genera una tonelada de CO<sub>2</sub>, por lo que para este proyecto será necesario reducir su uso, para mitigar esta generación de CO<sub>2</sub> se plantea el uso de la madera en techos.

Según la American Wood Council, en Estados Unidos, una de la manera más práctica y eficiente de reducir el CO<sub>2</sub> en la atmosfera, es la producción y uso de la madera, ya que, en el proceso de crecimiento de un árbol, el CO<sub>2</sub> se almacena de forma natural en la corteza del árbol y al utilizarlo como elemento constructivo una tonelada de madera genera 0.30 toneladas de CO<sub>2</sub>. Es por eso por lo que en “mi casa ecológica”, la madera es un elemento importante para la reducción de CO<sub>2</sub>, en el proyecto se utilizara en techos de azotea.



*Ilustración 37 Techo de madera (freepik, 2022)*

#### **3.2.4. Pisos**

Los pisos de una casa ya sea en autoconstrucción o en vivienda de construcción masiva, será principalmente de pisos cerámicos, esto es por la razón de que hay una gran variedad de modelos, tamaños y costos, el fácil acceso a estos materiales y a la basta mano de obra que hay en el sector de la construcción lo vuelve un producto muy utilizado en el mercado, adicionando características como que se pueden mojar y lavar infinidad de veces. En “mi casa ecológica”, utilizaremos pisos cerámicos en áreas de uso frecuente, como es el pasillo de entrada, sala, comedor, cocina, área de lavado y baños, sin embargo siguiendo con el propósito de utilizar madera en el proyecto, los pisos de madera son un clásico en la decoración, dan un toque de elegancia y calidez, adicionalmente es un aislante termino natural que provee y conserva la temperatura del ambiente a pesar de tener bajas temperaturas en el exterior, los pisos de madera se utilizaran en la recamara de visitas en planta baja y en toda la planta alta excepto baños.



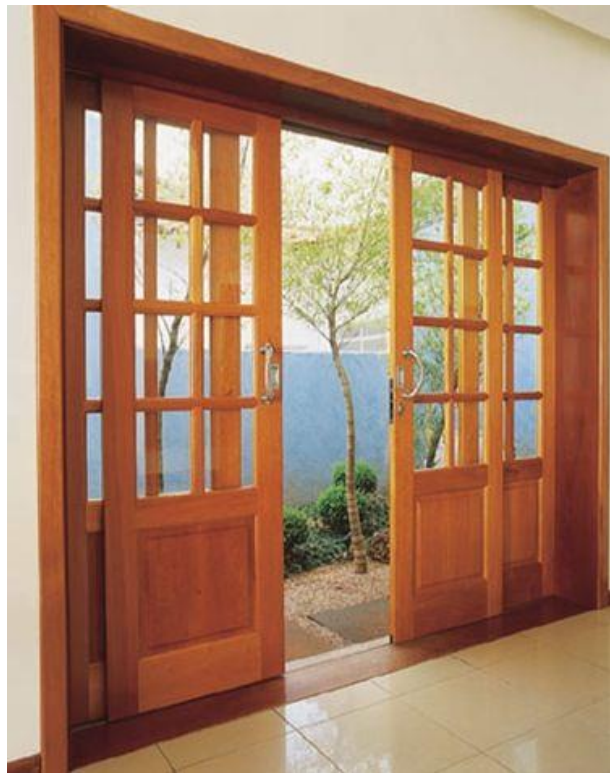
*Ilustración 38 Piso de madera en recámara (chroma, 2022)*

### **3.2.5. Cancelería**

En la mayoría de los proyectos es imprescindible que se use aluminio en las ventanas, cancelas y puertas en proyectos de la construcción, ya que se cuenta con distintos modelos y precios, sin embargo la producción de aluminio es muy contaminante por cada tonelada de aluminio que se genera 9.16 toneladas de CO<sub>2</sub>, nada amigable con el ambiente, de todos los materiales que se utilizan en la construcción el aluminio es el más contaminante, la solución podría estar en usarlo solo como marcos o en remplazarlo por acero que general por cada tonelada 1.46 toneladas de CO<sub>2</sub>. En “mi casa ecológica” se optará por usar madera como marcos, la madera bien tratada y con aceites protectores y buen mantenimiento durara mucho tiempo, recordemos que la madera solo genera 0.31 toneladas de CO<sub>2</sub> contra 9.16 toneladas del aluminio, esta razón es la más importante antes de elegir nuevamente el aluminio como elemento de una construcción.



*Ilustración 39 Cancel de aluminio (pinterest, s.f.)*



*Ilustración 40 Cancel de madera (puertas, 2022)*



## **IV. Cálculo de CO<sub>2</sub> equivalente de materiales seleccionados**

---

### **4.1. Cálculo y comparativa de materiales de remplazo**

Las emisiones de GEI asociadas a una actividad se pueden clasificar según se trate de emisiones directas o emisiones indirectas.

- Las emisiones directas son emisiones de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad.
- Las emisiones indirectas son emisiones que son consecuencia de las actividades que realiza el sujeto, pero que tienen lugar en fuentes que posee o controla otro sujeto.

En concreto, se pueden definir tres alcances según las emisiones a las que nos referimos:

#### **1. Alcance 1: Emisiones directas**

Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad. Por ejemplo, este grupo incluye las emisiones de la combustión de calderas y de vehículos, etc. que el propio sujeto posee o controla.

#### **2. Alcance 2: Emisiones indirectas de la generación de electricidad y de calor**

Comprende las emisiones derivadas del consumo de electricidad y de calor, vapor o frío. Las emisiones de la electricidad y el calor, vapor o frío adquiridos se producen físicamente en la instalación donde la electricidad o el calor son generados. Estas instalaciones productoras son diferentes de la organización de la cual se estiman las emisiones.

#### **3. Alcance 3: Otras emisiones indirectas**

Incluye el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones de alcance 3 son consecuencia de las actividades del sujeto, pero provienen de fuentes que no son poseídas o controladas por el sujeto. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos, los viajes de trabajo, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos (por ejemplo, actividades logísticas) o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

## Consumo eléctrico

### Factores de emisión



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Ciudad de México, a 28 de febrero de 2022.

## AVISO

### FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2021

A todos los Establecimientos Sujetos a Reporte, (ESR), Organismos de Certificación, Validación y Verificación de Gases de Efecto Invernadero, OC-VV-GEI, público en general.

Por este medio, se hace de su conocimiento que la Comisión Reguladora de Energía ha notificado a esta Secretaría que el factor de emisión eléctrico del Sistema Eléctrico Nacional para el cálculo de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por consumo de electricidad correspondiente al año 2021, es:

**0.423 tCO<sub>2</sub>e / MWh**

Dicho factor se deberá emplear para fines del reporte al Registro Nacional de Emisiones, tomando en cuenta que este factor considera la generación de las centrales eléctricas que entregan energía a la red eléctrica nacional, de acuerdo con lo estipulado en la fracción XLIV del Artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica.

### ATENTAMENTE



### Registro Nacional de Emisiones

Av. Ejército Nacional 223 Col. Anáhuac I Sección,  
CP. 11320, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México  
Teléfono: (55) 54900 900 Exts. 12051 y 12052

Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental  
Dirección General de Políticas para el Cambio Climático  
Consultas: [rene@semarnat.gob.mx](mailto:rene@semarnat.gob.mx)  
Análisis de Conflicto de Interés: [coi.rene@semarnat.gob.mx](mailto:coi.rene@semarnat.gob.mx)  
Verificación del Reporte al RENE: [verificacion.rene@semarnat.gob.mx](mailto:verificacion.rene@semarnat.gob.mx)

## Consumo de combustibles fósiles

Factores de emisión para combustibles de la refinación del petróleo. Factores de emisión para gasolina. La tabla 3 muestra los resultados obtenidos para los factores de emisión por unidad de energía (kg CO<sub>2</sub>/TJ), por unidad de peso (kg CO<sub>2</sub>/kg combustible) y por unidad de volumen (kg CO<sub>2</sub>/l combustible). Además, se incluyen la densidad, el poder calorífico neto (MJ/kg combustible) y el contenido de carbono en % en peso y por unidad de energía (kg C/GJ) para cada una de las muestras.

Muestra	Densidad	Contenido de carbono	PCN	Contenido de carbono	Factores de emisión		
	kg/litro	% Peso	MJ/kg	kg C/GJ	kgCO <sub>2</sub> /TJ	kgCO <sub>2</sub> / kg comb.	kgCO <sub>2</sub> / l comb.
MAGNA RP LAGOS DE MORENO	0.743	86.04	42.49	20.25	74,196.92	3.153	2.343
MAGNA ZMM 1	0.795	85.48	43.04	19.86	72,772.02	3.132	2.489
MAGNA ZMM 2	0.727	85.45	43.98	19.43	71,191.65	3.131	2.275
MAGNA RP TAMPICO	0.750	85.39	43.18	19.78	72,459.71	3.129	2.346
PREMIUM RP VERACRUZ	0.731	86.22	42.23	20.42	74,809.91	3.159	2.309
PREMIUM RP VILLAHERMOSA	0.738	86.14	42.02	20.50	75,114.02	3.156	2.329
PREMIUM ZMVM	0.729	83.41	40.89	20.40	74,743.46	3.056	2.229
PREMIUM RP LEON	0.730	86.16	42.24	20.40	74,740.15	3.157	2.304
PREMIUM ZMG 1	0.733	86.05	42.71	20.15	73,823.31	3.153	2.310
PREMIUM ZMG 2	0.736	86.09	42.85	20.09	73,616.32	3.154	2.321
PREMIUM ZMM 1	0.749	85.21	43.49	19.59	71,791.55	3.122	2.338
PREMIUM ZMM 2	0.735	85.18	43.65	19.51	71,503.22	3.121	2.295
PREMIUM RP TAMPICO	0.729	85.26	43.45	19.62	71,899.81	3.124	2.277
Promedio	0.739	75.72	42.57	20.14	73,791.164	3.139	2.322
Desviación estándar	0.016	0.58	1.03	0.50	1,844.661	0.025	0.053
Incertidumbre 95% Confianza	0.009	0.65	0.61	0.30	1,086.977	0.015	0.031
% Incertidumbre 95%Confianza	1.25	0.86	1.43	1.47	1.47	0.47	1.35
# Muestras % deseado incert.	2	1	2	2	2	1	2

Nota: ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México. RP: Resto del país. ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey.  
 ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara.  
 Elaboración propia

Tabla 3 Factores de emisión e incertidumbre para gasolina. (CLIMATICO, 2014)

Muestra	Densidad	Contenido de carbono	PCN	Contenido de carbono	Factores de emisión		
	kg/litro	% Peso	MJ/kg	kg C/GJ	kgCO <sub>2</sub> /TJ	kgCO <sub>2</sub> / kg comb.	kgCO <sub>2</sub> / l comb.
PEMEX DIÉSEL ZMVM	0.827	85.78	42.83	20.03	73,385.49	3.143	2.599
PEMEX DIÉSEL ZMM 1	0.832	85.78	43.08	19.91	72,959.62	3.143	2.614
PEMEX DIÉSEL ZMM 2	0.817	85.84	43.34	19.81	72,572.65	3.145	2.569
PEMEX DIÉSEL ZMG 1	0.826	85.40	42.98	19.87	72,805.41	3.129	2.586
PEMEX DIÉSEL ZMG 2	0.826	85.85	43.18	19.88	72,850.05	3.146	2.597
PEMEX DIÉSEL RP L. DE MORENO	0.832	85.91	42.87	20.04	73,428.12	3.148	2.618
PEMEX DIÉSEL RP VILLAHERMOSA	0.820	85.82	42.37	20.25	74,216.80	3.145	2.579
PEMEX DIÉSEL RP SALAMANCA	0.827	86.07	43.27	19.89	72,884.82	3.154	2.609
PEMEX DIÉSEL RP TULA	0.833	85.95	45.92	18.72	68,582.96	3.149	2.625
PEMEX DIÉSEL RP LEON	0.829	85.63	43.15	19.84	72,713.88	3.138	2.602
PEMEX DIÉSEL REF.CADEREYTA	0.812	85.83	43.37	19.79	72,514.00	3.145	2.552
PEMEX DIÉSEL REF. MADERO	0.810	85.80	43.44	19.75	72,371.85	3.144	2.547
DIÉSEL MARINO REF. CADEREYTA	0.839	85.90	43.09	19.94	73,044.73	3.147	2.640
DIÉSEL MARINO TAR VERACRUZ	0.832	85.93	42.48	20.23	74,119.50	3.149	2.620
DIÉSEL IND. TAR MINATITLÁN	0.822	85.95	42.38	20.28	74,311.69	3.149	2.589
Promedio	0.826	85.83	43.18	19.88	72,850.77	3.145	2.596
Desviación estándar	0.008	0.16	0.83	0.36	1,334.57	0.006	0.027
Incertidumbre 95% Confianza	0.005	0.10	0.54	0.24	861.46	0.004	0.017
% Incertidumbre 95%Confianza	0.64	0.12	1.24	1.18	1.18	0.12	0.66
# Muestras % deseado incert.	1	1	1	1	1	1	1

Nota: ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México. RP: Resto del país. ZMM: Zona Metropolitana de Monterrey. ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara. L.: Lagos. REF.: Refinería. TAR: Terminal de Almacenamiento y Recibo. Elaboración propia.

Tabla 4 Factores de emisión e incertidumbre para diésel (CLIMATICO, 2014)

No.	SISTEMA	PESO DEL SISTEMA (kg)/m <sup>2</sup>	kg de CO <sub>2</sub> eq.
<b>Línea Base</b>			
1	Muro de concreto de 10 cm espesor	254.08	139.67
2	Losa de concreto macizo 10 cm.	254.08	139.67
3	Ventana de aluminio 1 ½ "	9.00	68.11
<b>Comparaciones</b>			
<b>MUROS</b>			
1	Muro de block de concreto macizo. 12x20x40 cm	228.51	75.71
2	Muro de block de concreto hueco 15x20x40	191.75	63.11
3	Muro de block de concreto hueco con aislante EPS 1".	192.15	63.98
4	Muro de block de concreto hueco con perlita mineral expandida con silicón.	196.41	65.85
5	Muro de block de concreto hueco con aislante polímero.	193.39	63.94
6	Muro de block cerámico 11.5x20x32.5	100.45	29.15
7	Muro de block cerámico con EPS.15x20x40	125.82	36.80
8	Muro de block de adobe 10x15x30.	321.50	70.50
9	Muro de block de concreto celular 61x20x15 cm	102.60	50.86
10	Muro prefabricado con estructura de alambre electrosoldado con interior de poliestireno expandido de 2".	102.67	47.54
<b>LOSA</b>			
11	Losa de vigueta de concreto y bovedilla de EPS.	205.00	89.38
<b>VENTANA</b>			
12	Ventana de PVC 1 ½ "	14.18	23.29

*Tabla 5 Peso en kg/m<sup>2</sup> de cada sistema constructivo y kg de Co<sub>2</sub> eq. (Hernandez, Julio 2016)*

						Total Co2 eq	
PORCENTAJE DEL TOTAL DE LA CASA 63%						\$ 1,222,656.98	122.45
MI CASA ECOLÓGICA							
CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	Ton Co2eq	
10401-553	Cimiento de piedra braza de 0.80 m. de base por 0.80 m. de altura y 0.30 m. de corona, asentada con mortero cemento arena 1:4, acabado común, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M	78.00	\$ 772.54	\$ 60,257.94	10.92	
			TOTAL CIMENTOS		\$ 60,257.94	10.92	
10501-515	Losa nervada de 30 cm. de peralte de concreto premezclado de F'c=250 kg/cm2, nervaduras de 15 cm. armadas con 4 varillas del No. 3 y estribos del No. 2 @ 20 cm. capa de compresión de 5 cm. armada con malla electrosoldada 6x6/10-10, aligerada con casetón de espuma de poliestireno de 60x60x25 cm. incluye: suministro de materiales, acarreo, elevaciones, habilitado, cimbrado, armado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta. (No incluye Traves)	M2	210.00	\$ 1,337.57	\$ 280,890.59	57.33	
11302-001	Colocación de techo a base de tabla de 20 cm de ancho sobre vigas, incluye: tabla de madera de pino, acabado barniz natural, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, habilitado, fijación, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	22.83	\$ 14,435.00	\$ 329,551.05	3.54	
			TOTAL LOSAS		\$ 610,441.64	60.87	
10601-0431	Muro de SILLAR de 20 x 25 x 45 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado común, con refuerzos horizontales a base de escalerilla a cada 2 hiladas, incluye: materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	106.00	\$ 540.12	\$ 57,252.49	12.72	
10601-043	Muro de 12 cm. de block de concreto de 12x20x40 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado común, con refuerzos horizontales a base de escalerilla a cada 2 hiladas, incluye: materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	245.00	\$ 299.72	\$ 73,430.86	18.38	
10601-221	Muro de 30 cm. de piedra braza acabado rostreado, asentado con mezcla cemento arena 1:4, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	50.00	\$ 848.66	\$ 42,433.00	3.75	
			TOTAL MUROS		\$ 173,116.35	34.85	
10605-001	Aplanado acabado repellido sobre muros, con mezcla mortero arena en proporción de 2:7, incluye: suministro de materiales, acarreo, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	491.00	\$ 175.34	\$ 86,094.29	5.74	
10605-004	Aplanado acabado fino sobre muros, con mezcla mortero arena en proporción de 2:7, incluye: suministro de materiales, acarreo, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	245.00	\$ 206.40	\$ 50,568.24	2.87	
10605-042	Aplanado acabado repellido en plafones, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarreo, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	210.00	\$ 221.13	\$ 46,437.27	2.46	
10605-045	Aplanado acabado fino en plafones, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarreo, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	210.00	\$ 255.92	\$ 53,743.20	2.46	
			TOTAL APLANADOS		\$ 236,842.99	13.53	
10908-020	Piso de loseta interceramic según muestra aprobada en obra, asentada con cemento crest, incluye: suministro de materiales, acarreo, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	121.00	\$ 516.59	\$ 62,507.39	1.37	
10908-001	Piso de loseta de barro Línea económica de 30X30 cm. asentada con pegazulejo y junta de color de acuerdo al modelo, Incluye: suministro de materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	41.00	\$ 414.32	\$ 16,987.12	0.25	
11302-001	Piso de duela de encino nacional de sobre cama de barrotes de pino de 1a de 2x4" a cada 40 cms. incluye: trazo, materiales, acarreo, cortes, desperdicios, pegamento, desvastado y lijado a maquina, aplicación de dos mano de barniz poliform, mano de obra, equipo y herramienta.	M3	4.33	\$ 14,435.00	\$ 62,503.55	0.67	
			TOTAL PISOS		\$ 141,998.06	2.29	

Tabla 6 Resultados de emisiones de Co2 “mi casa ecológica” (Muciño, 2022) ( En color rojo, son las cantidades que sobrepasan en costo o en emisiones y en paloma verde son las cantidades que son menores contra la casa industrializada).



Total Co2 eq									
<b>168.14</b>	<b>\$ 1,168,233.68</b>	<b>61% PORCENTAJE DEL TOTAL DE LA CASA</b>							
CASA INDUSTRIALIZADA									
Ton co2e	IMPORTE	CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	Ton Co2eq	
<b>28.94</b>	\$ 107,426.14	10401-576	Cimiento de concreto F'c= 250 kg/cm2, construido a base de zapata corrida de 80 cm. de ancho por 15 cm. de peralte armado con varillas de 3/8" a cada 15 cm. en ambos sentidos con contrabe de 20 cm. de ancho por 80 cm. de peralte armada con 4 varillas de 1/2" y dos de 3/8", con estribos de varilla de 3/8" a cada 20 cm., incluye: materiales, acarrees, habilitado, cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y	M	78.00	\$ 1,377.26	\$ 107,426.14	<b>28.94</b>	
<b>28.94</b>	\$ 107,426.14								
<b>84.36</b>	\$ 413,310.44	10501-515	Losa nervada de 30 cm. de peralte de concreto premezclado de F'c=250 kg/cm2, nervaduras de 15 cm. armadas con 4 varillas del No. 3 y estribos del No. 2 @ 20 cm. capa de compresión de 5 cm. armada con malla electrosoldada 6x6/10-10, aligerada con caseton de espuma de poliestireno de 60x60x25 cm. incluye: suministro de materiales, acarrees, elevaciones, habilitado, cimbrado, armado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta. (No incluye Traves)	M2	309.00	\$ 1,337.57	\$ 413,310.44	<b>84.36</b>	
<b>84.36</b>	\$  413,310.44								
<b>30.15</b>	\$ 120,486.56	10601-043	Muro de 12 cm. de block de concreto de 12x20x40 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado común, con refuerzos horizontales a base de escalerilla a cada 2 hiladas, incluye: materiales, acarrees, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	402.00	\$ 299.72	\$ 120,486.56	<b>30.15</b>	
<b>30.15</b>	\$  120,486.56								
<b>9.41</b>	\$ 140,977.21	10605-001	Aplanado acabado repellido sobre muros, con mezcla mortero arena en proporción de 2:7, incluye: suministro de materiales, acarrees, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	804.00	\$ 175.34	\$ 140,977.21	<b>9.41</b>	
<b>4.70</b>	\$ 82,973.19	10605-004	Aplanado acabado fino sobre muros, con mezcla mortero arena en proporción de 2:7, incluye: suministro de materiales, acarrees, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	402.00	\$ 206.40	\$ 82,973.19	<b>4.70</b>	
<b>3.57</b>	\$ 67,444.60	10605-042	Aplanado acabado repellido en plafones, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarrees, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	305.00	\$ 221.13	\$ 67,444.60	<b>3.57</b>	
<b>3.57</b>	\$ 78,055.60	10605-045	Aplanado acabado fino en plafones, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarrees, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	305.00	\$ 255.92	\$ 78,055.60	<b>3.57</b>	
<b>21.25</b>	\$ 369,450.60								
<b>3.45</b>	\$ 157,559.95	10908-020	Piso de loseta interceramic según muestra aprobada en obra, asentada con cemento crest, incluye: suministro de materiales, acarrees, cortes, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta	M2	305.00	\$ 516.59	\$ 157,559.95	<b>3.45</b>	
<b>3.45</b>	\$ 157,559.95	\$ 157,559.95							

Tabla 7 Resultado de emisiones de Co2 casa industrializada (Muciño, 2022)( En color rojo, son las cantidades que sobrepasan en costo o en emisiones y en paloma verde son las cantidades que son menores contra la casa ecológica).

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq, de los materiales seleccionados.

El análisis de las emisiones de la casa ecológica e industrializada se consideró hacer solamente en materiales que van a sufrir cambios o remplazo, por lo que en una primera hipótesis se entiende que si un material no tiene tantos procesos de industrialización deberá tener menor impacto en emisiones de CO<sub>2</sub>, como se ha mencionado anteriormente “mi casa ecológica” que se utilizara, piso y techos de madera, muros de sillar y piedra, piso de barro y cimentación de piedra.

En base a los factores de emisiones y a los calculados en base a la energía del combustible utilizado para su producción y peso volumétrico de cada material se pueden estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada material utilizado, el Instituto de ingeniería de la UNAM, en un informe que se llama “Evaluación de la huella de carbono con enfoque de análisis de ciclo de vida para 12 sistemas constructivos”, se realiza el cálculo en base a una calculadora de emisiones “Software openLCA versión 1.4.2”, también es posible hacer el análisis de emisiones de cualquier material haciendo su inventario de entradas y salidas, tiempos, equipos empleados y tiempo de energía que utiliza para su transformación.

En el análisis hecho en esta tesina, no considera materiales que se utilizaran en las dos casas, ejemplo de ello, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas. Con los materiales que utilizaran de bajas emisiones es suficiente para poder dar resultados, para este proyecto y tipo de casa, fue posible llegar a un 27.2% de disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>eq, observando que los cimientos de piedra aunque son más tardados, su generación de gases está muy por debajo de un cimiento como una zapata corrida de concreto reforzado, en cuestión a los muros, se puede observar que el sillar aun siendo un producto nacido de la tierra, su proceso de extracción al utilizar equipo mecánico para preparar la superficie, el corte del terreno y perfilación de los bloques, así como su traslado, es donde toda su ventaja se pierde, el block macizo tiene puntos a favor debido a que sus ingredientes son fáciles de conseguir y no requiere un porcentaje alto de cemento para su producción, considerando que pierde su ventaja por los acabados que requiere con aplanados de los dos lados, por lo que el sillar gana considerablemente, por otro lado, en cuestión de pisos, el piso cerámico compite muy bien, cabe mencionar que el piso cerámico en la casa industrializada genera 3.45 Ton CO<sub>2</sub>, vs 2.29 Ton CO<sub>2</sub>eq en “mi casa ecológica” utilizando madera, loseta de barro y cerámico.

En cuestión de losas, definitivamente el uso de la madera en la losa pierde en costo, pero su generación de CO<sub>2</sub>, es muy bajo apenas 3.54 Ton CO<sub>2</sub> para 100 m<sup>2</sup> de techos en la casa, vs 84.36 Ton CO<sub>2</sub> para 309 m<sup>2</sup> de losa de concreto esto sería 2.16 Ton CO<sub>2</sub> por cada m<sup>2</sup> de losa, considerando que es reticular con nervaduras y poliestireno el que se utiliza como aligerante.

V. Planos de proyecto  
5.1. Cimentación

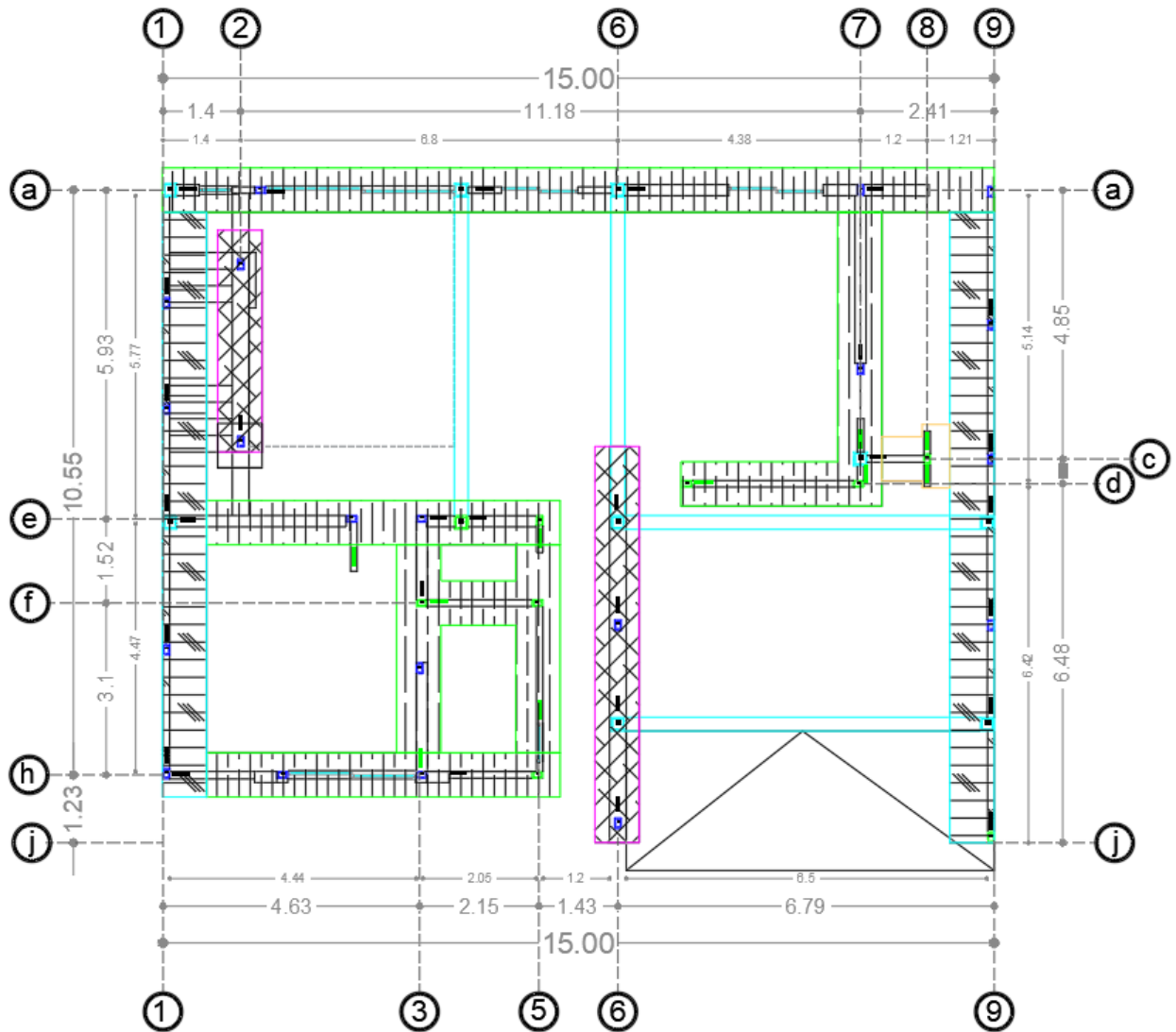


Ilustración 41 Plano de Cimentación (Muciño, 2022) (Zapatas corridas de mampostería de piedra).



## 5.2. Estructura

### 5.2.1. Columnas, castillos y traves

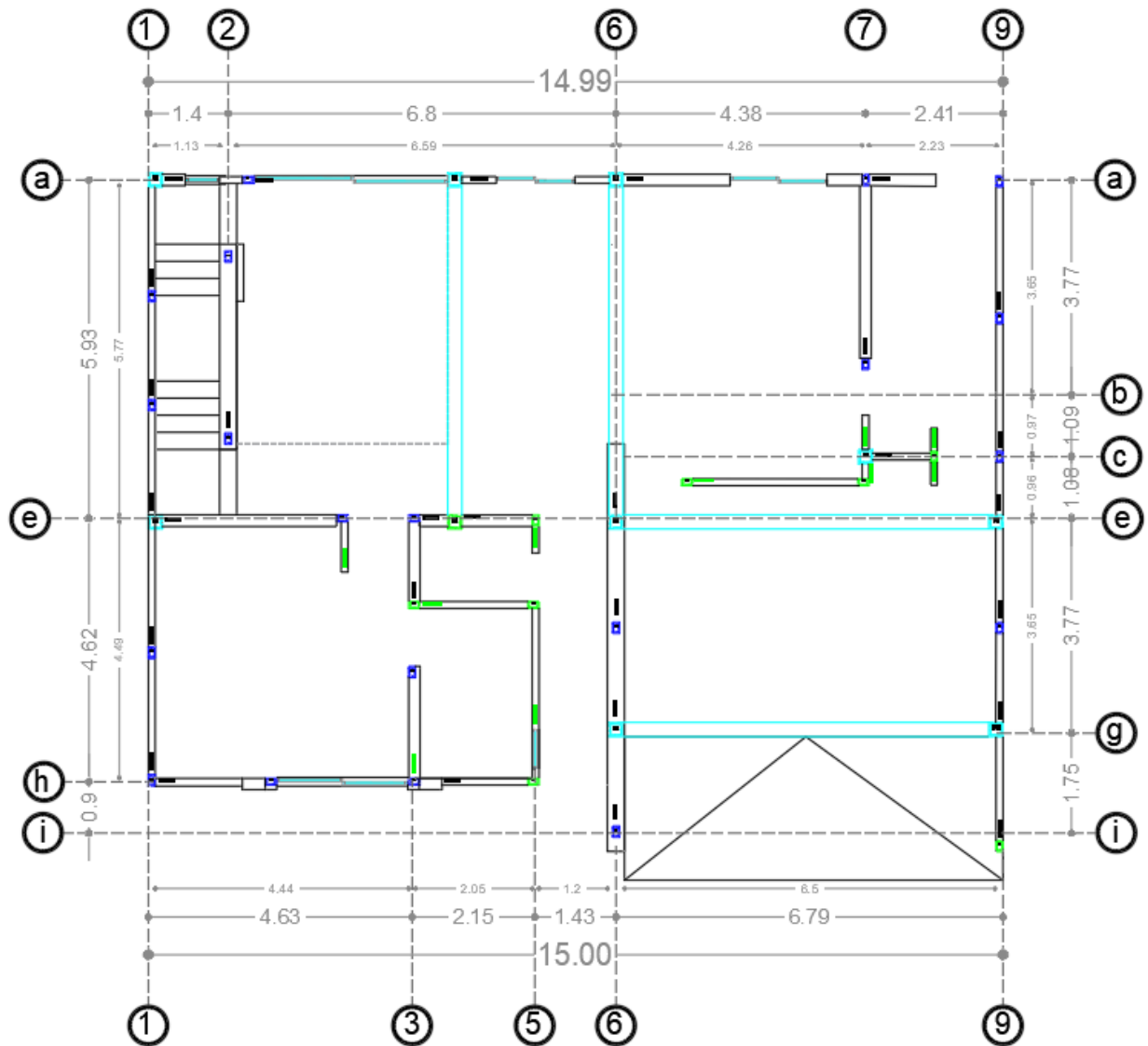


Ilustración 42 Plano Columnas, Castillos y Traves (Muciño, 2022)

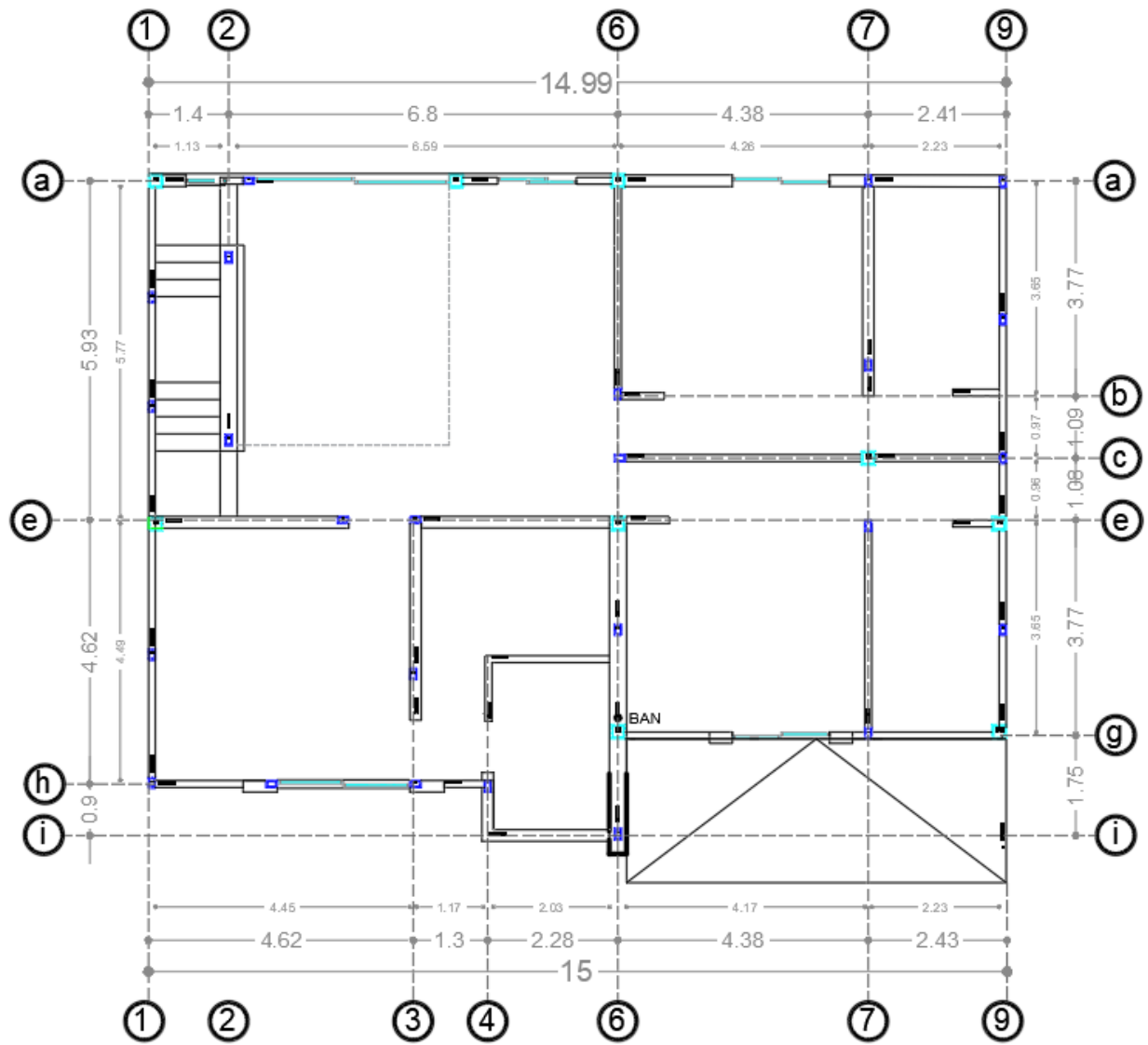


Ilustración 43 Planos Planta alta columnas, castillos (Muciño, 2022)

### 5.2.2. Losa aligerada reticular

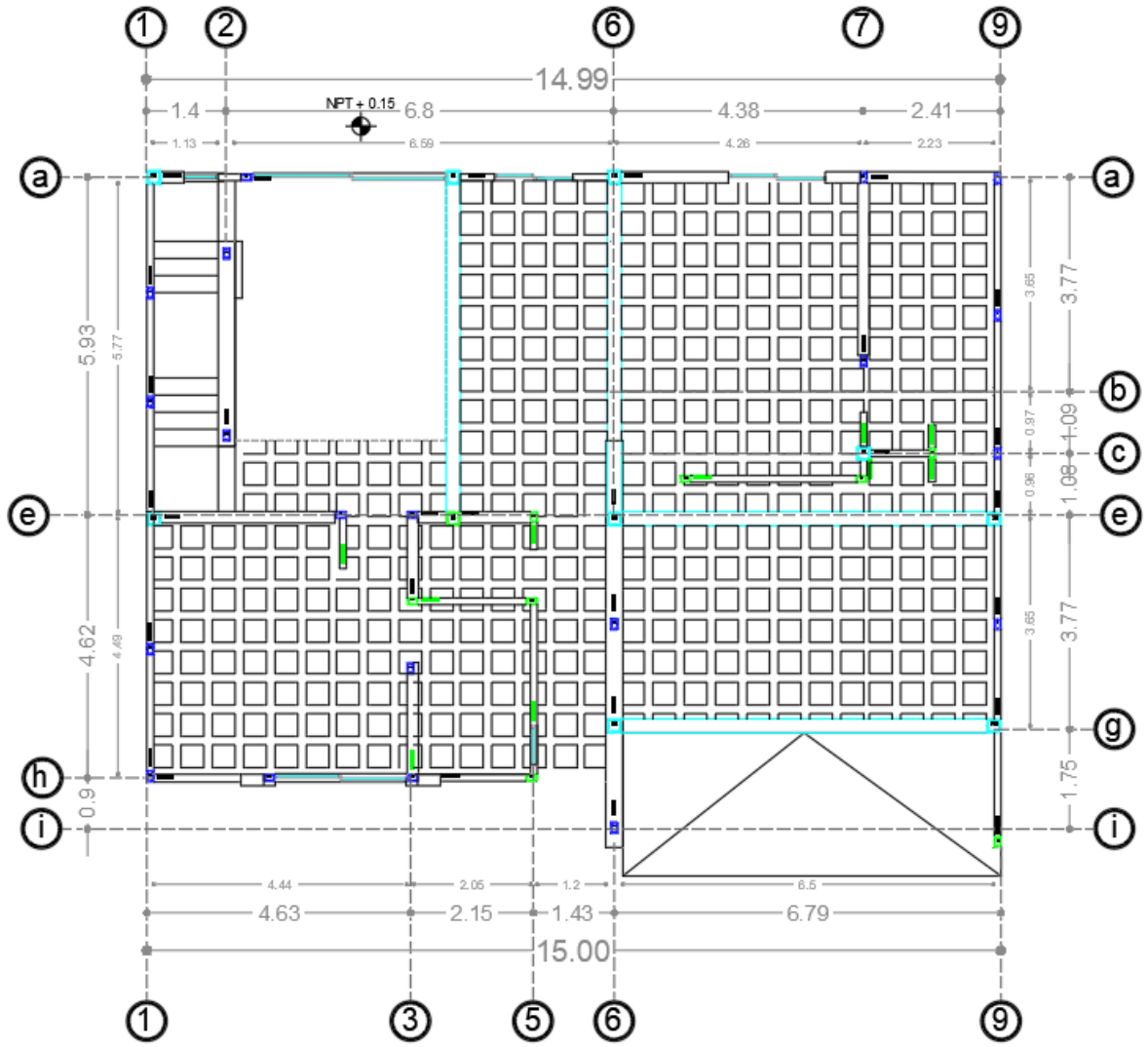


Ilustración 44 Losa reticular de entrepiso (Muciño, 2022)

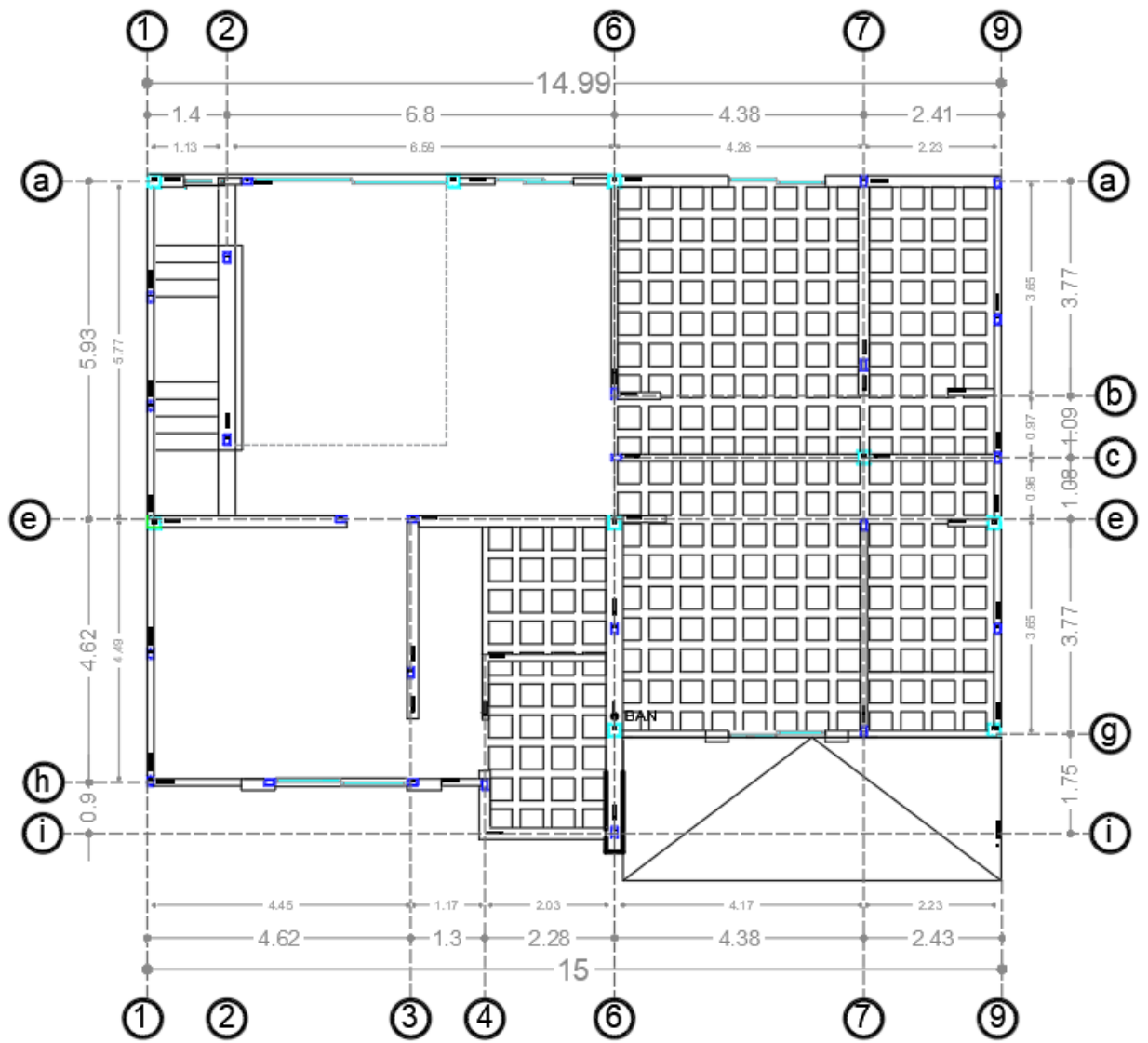


Ilustración 45 Losa aligerada de azotea, (Muciño, 2022)

### 5.2.3. Techo de madera

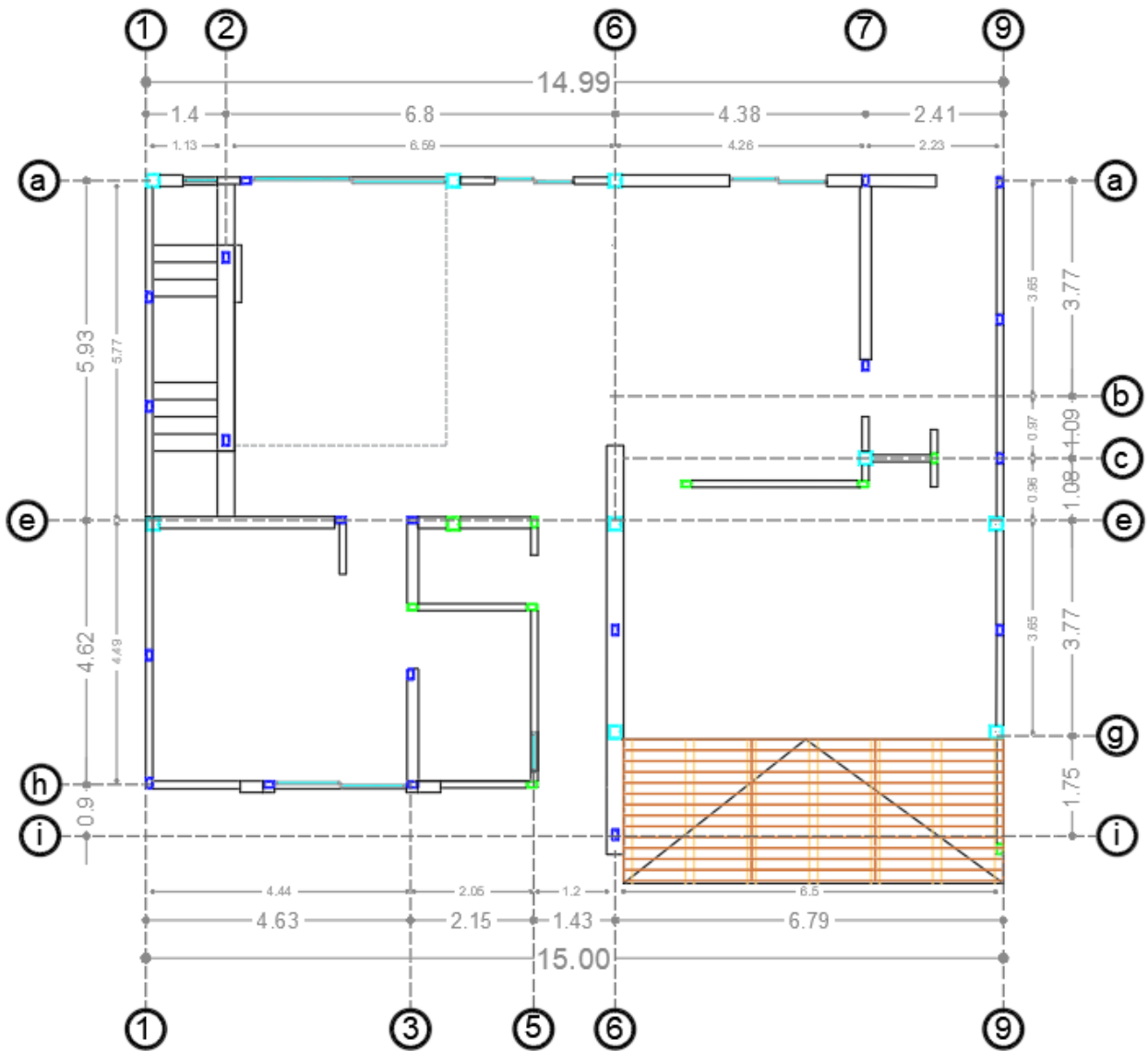


Ilustración 46 Techo de madera en cochera (Muciño, 2022)

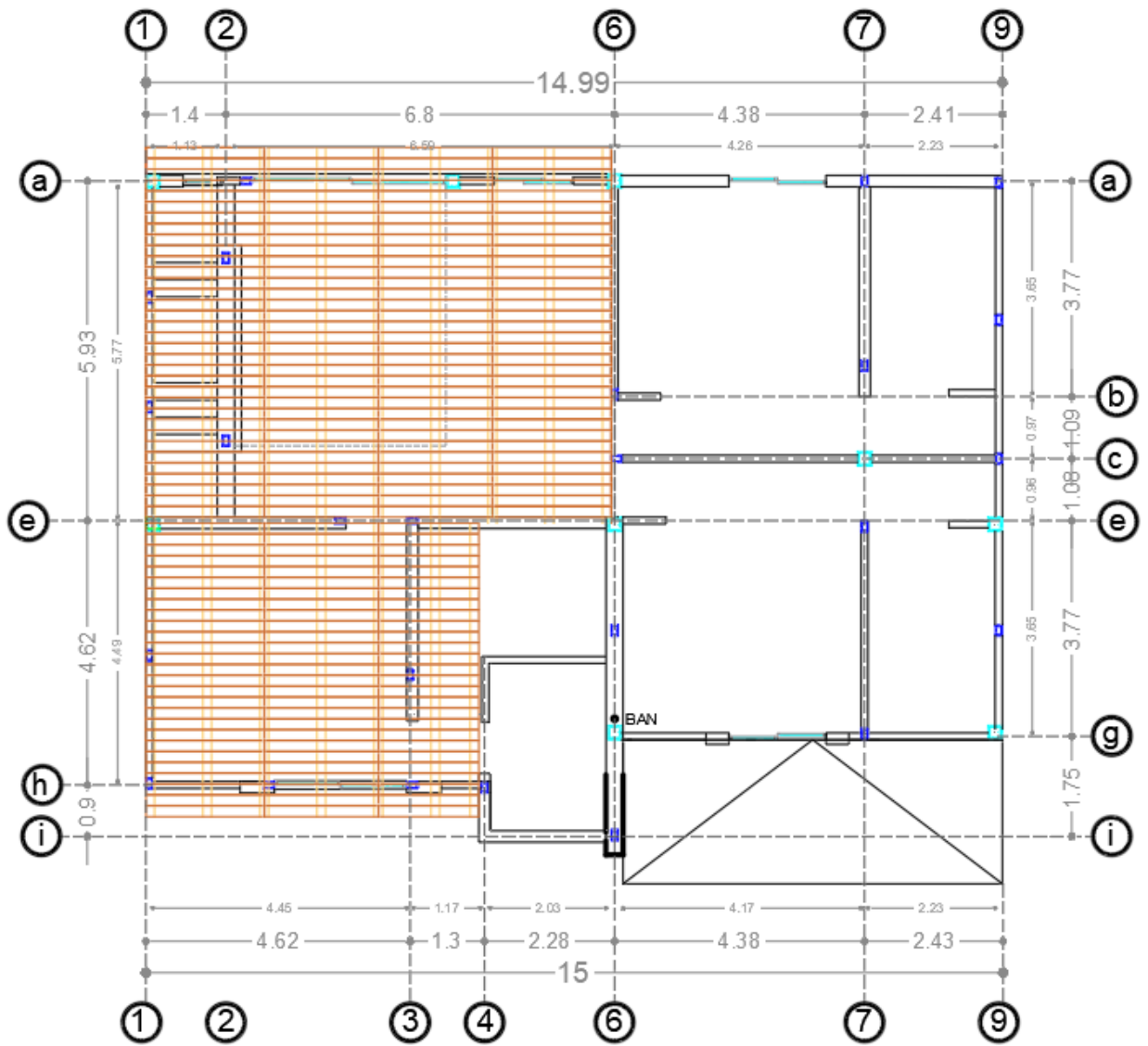


Ilustración 47 Techo de madera de azotea (Muciño, 2022)

### 5.3. Sanitario

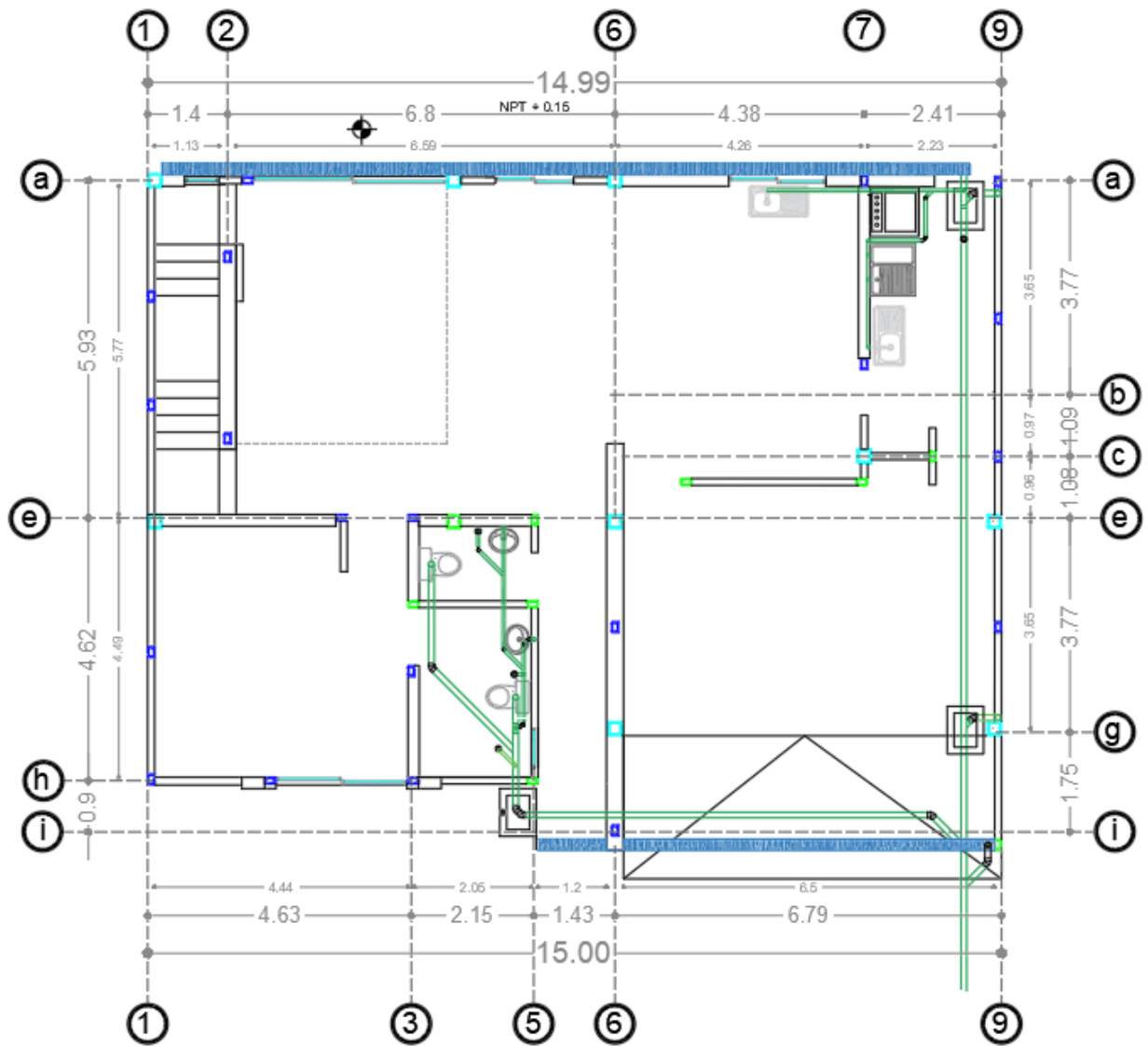


Ilustración 48 Plano sanitario planta baja (Muciño, 2022)

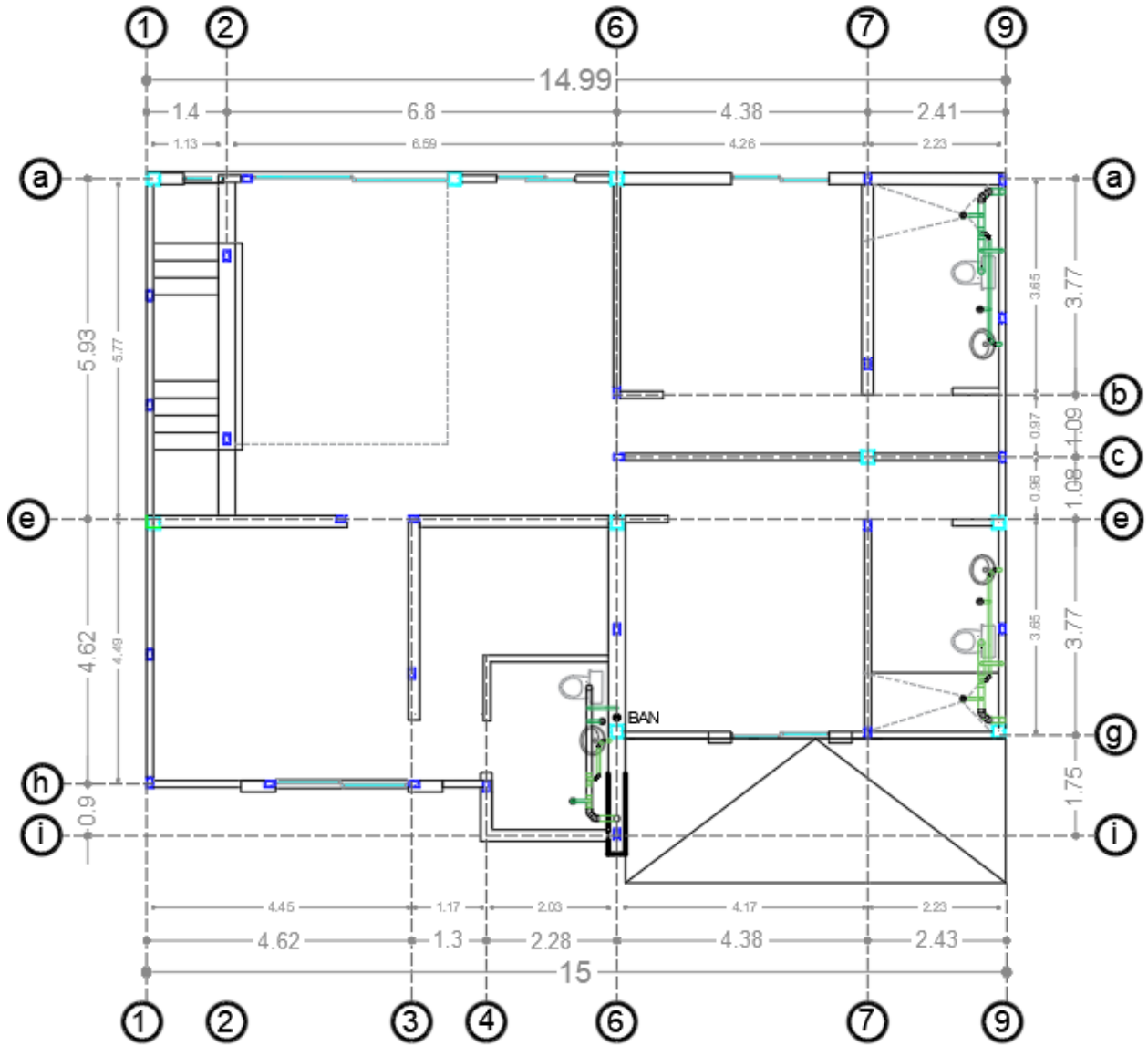
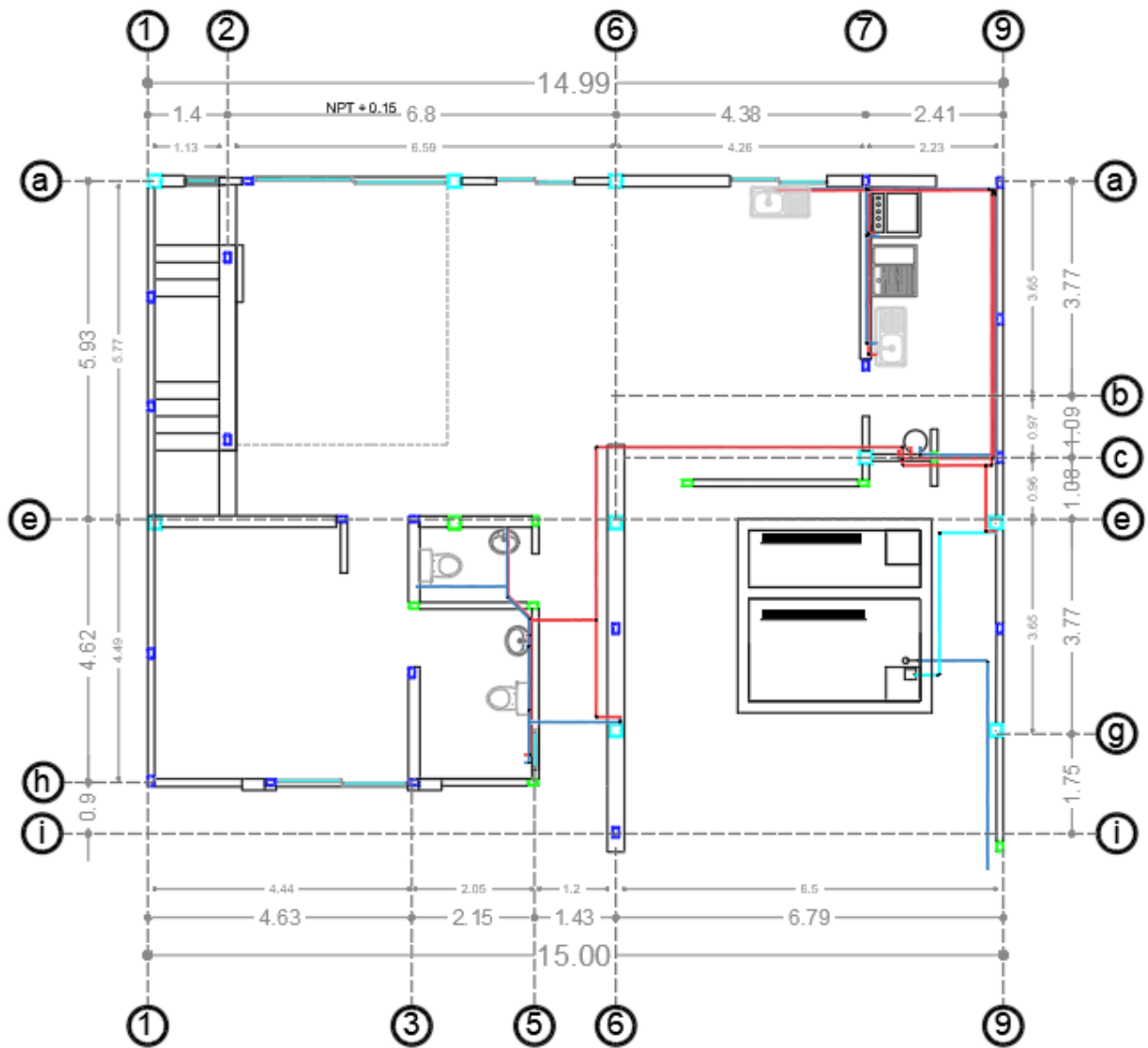


Ilustración 49 Plano sanitario planta alta (Muciño, 2022)



## 5.4. Hidráulico



*Ilustración 50 Plano hidráulico planta baja (Muciño, 2022)*

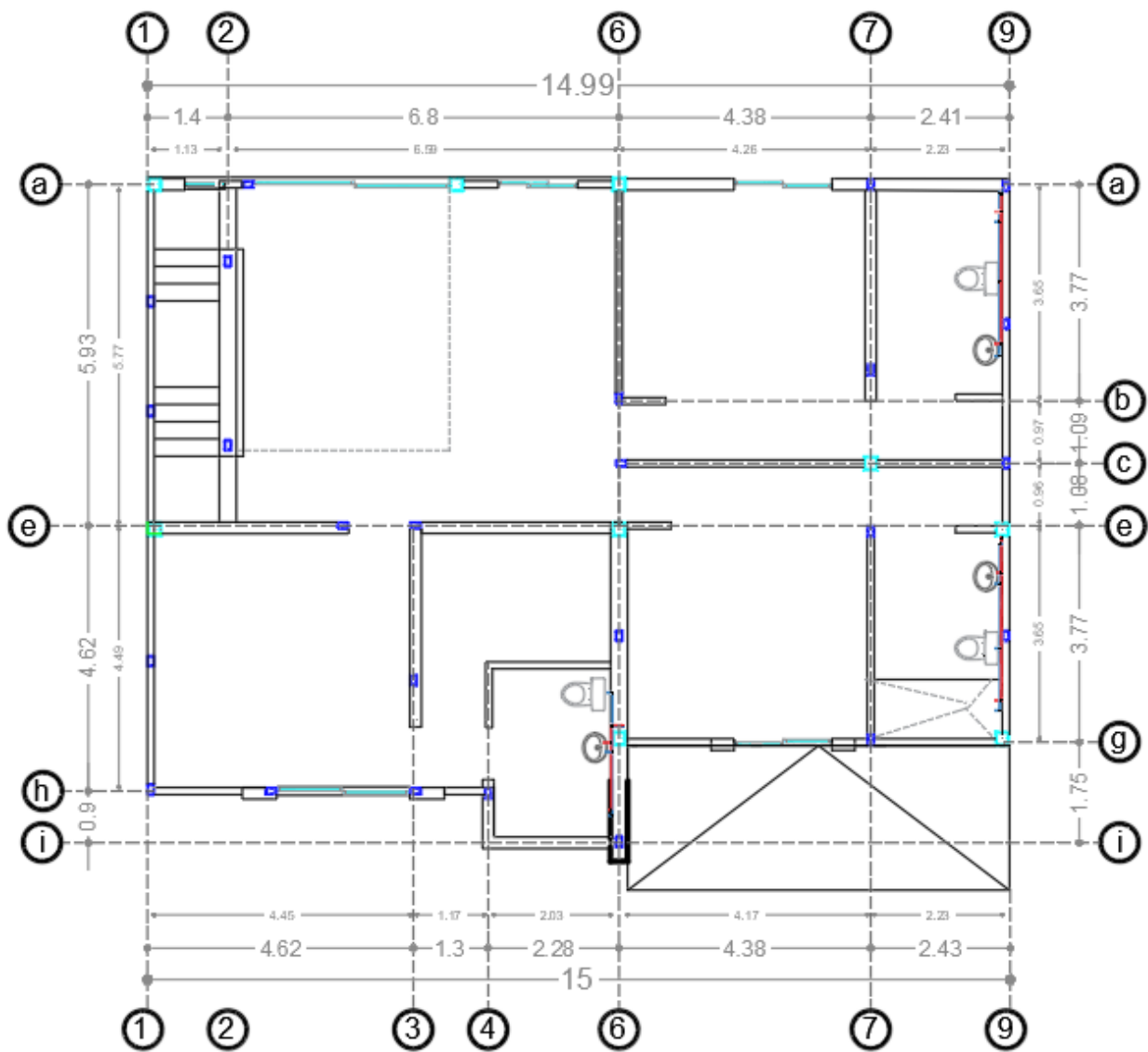
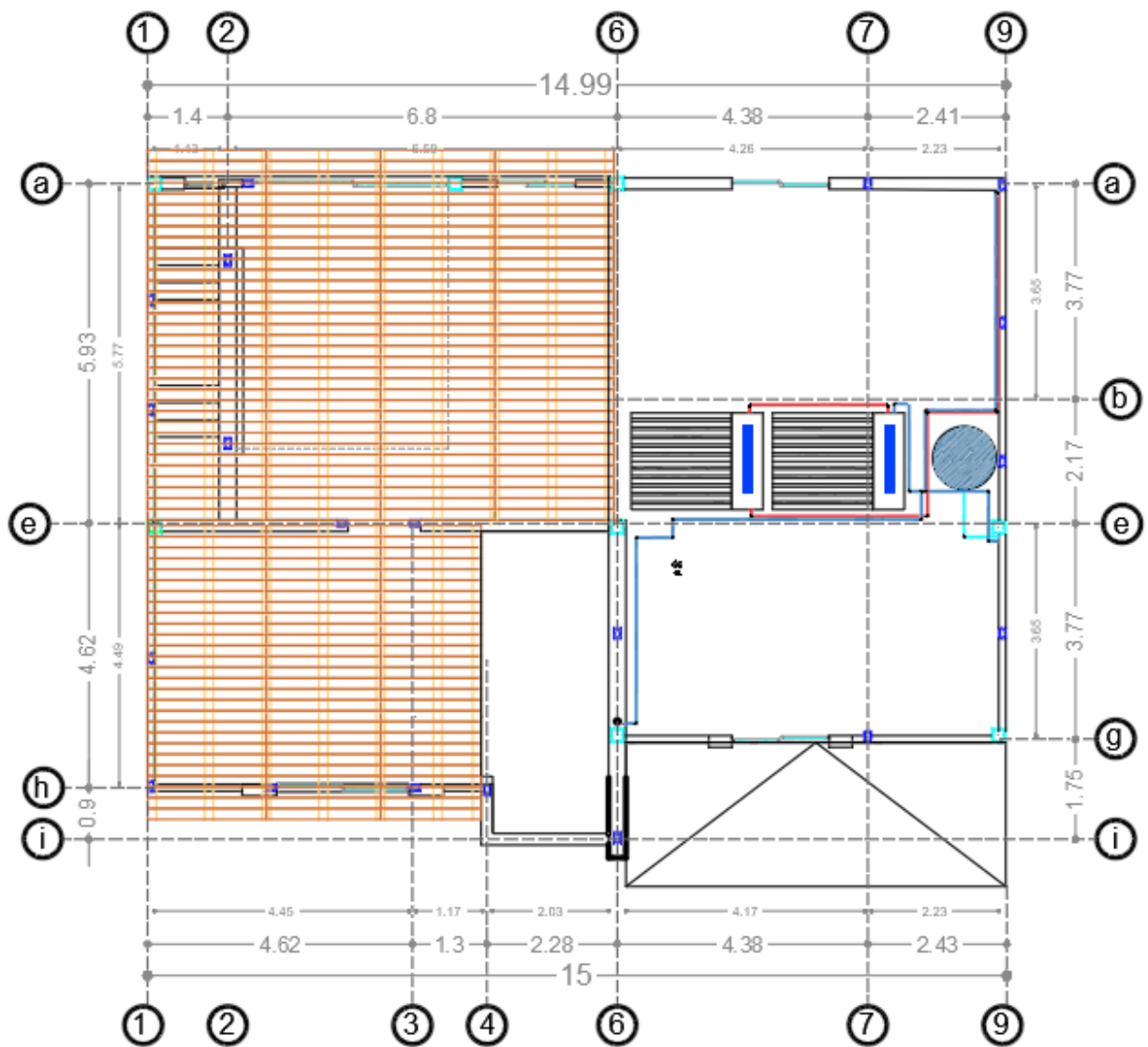


Ilustración 51 Plano hidráulico planta alta (Muciño, 2022)



*Ilustración 52 Plano hidráulico azotea (Muciño, 2022)*

## 5.5. Eléctrico

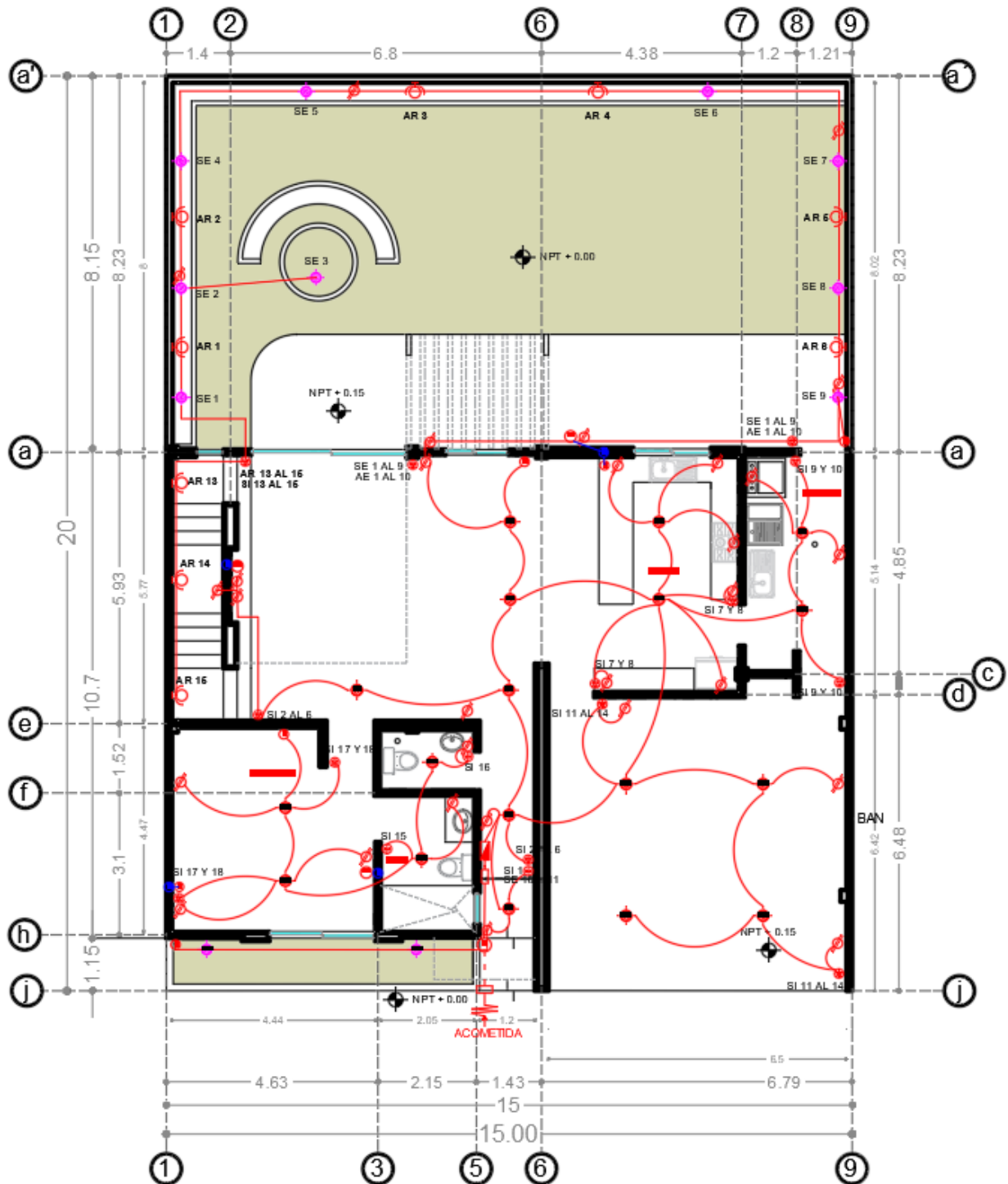


Ilustración 53 Plano eléctrico planta baja (Muciño, 2022)

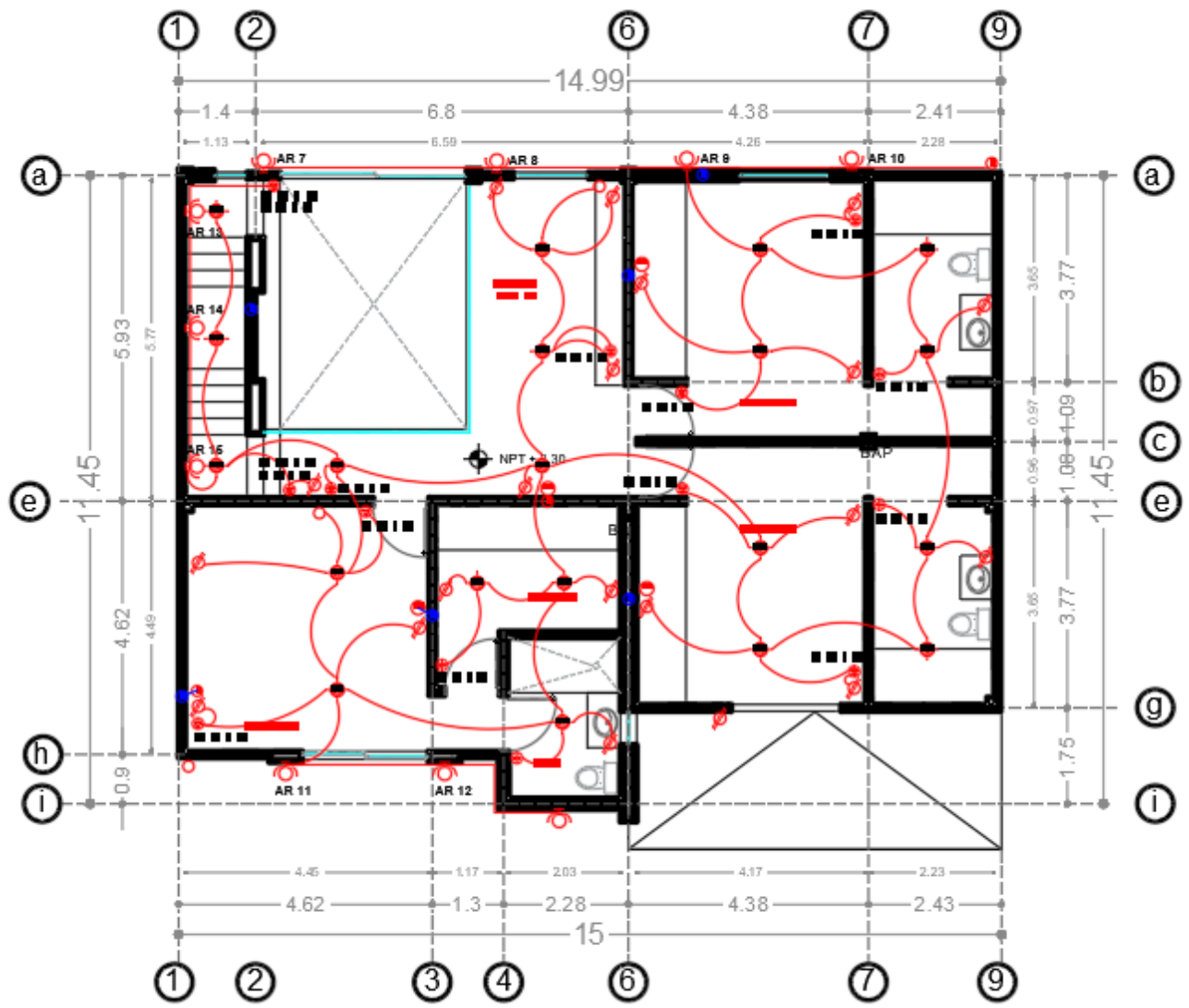


Ilustración 54 Plano eléctrico planta alta (Muciño, 2022)

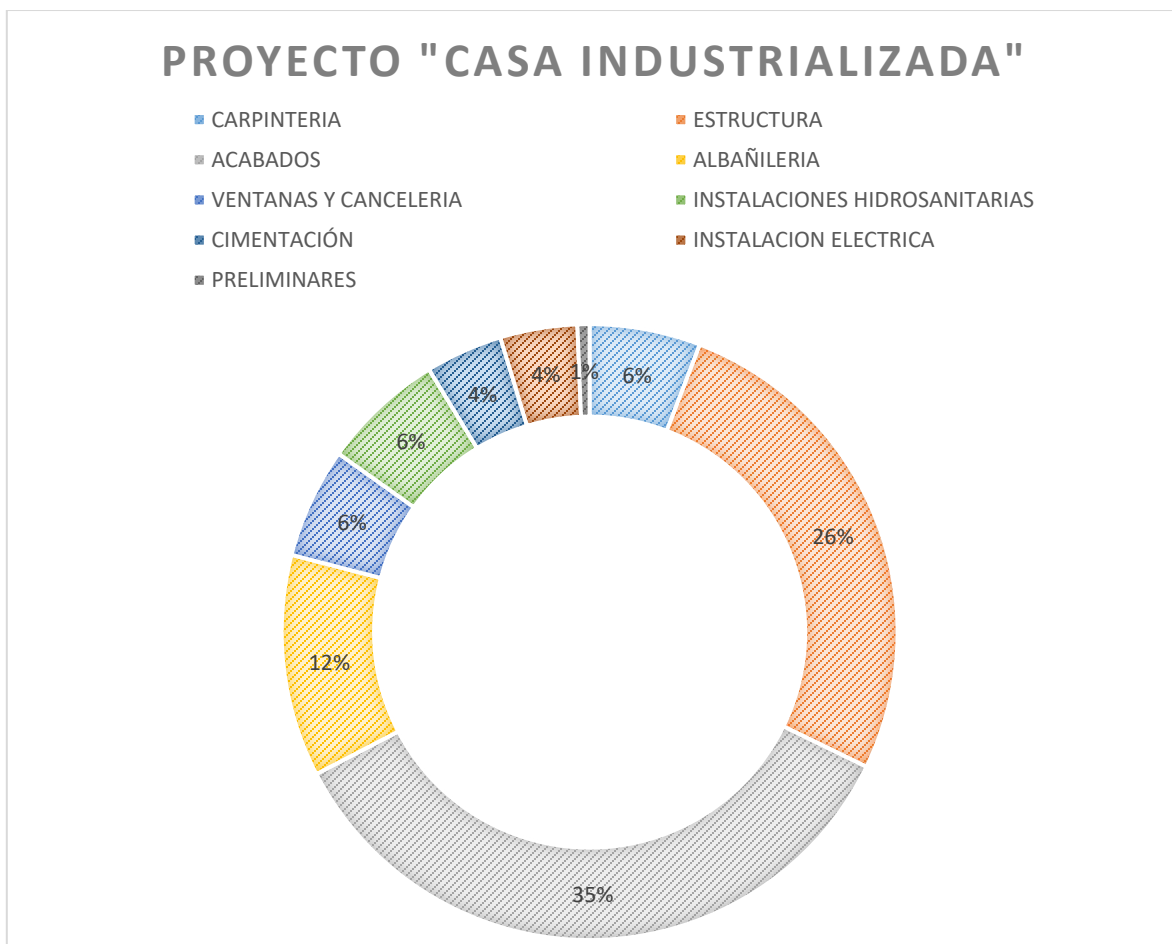
#### IV. Presupuesto y cronograma

##### 6.1 Presupuesto BASE de “casa industrializada”

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto base de la casa industrializada, este monto es el costo directo de la casa, mismo que involucra materiales, mano de obra, equipos, no incluye costos indirectos, gastos de ingeniería, utilidad, costo del terreno, licencias o permisos. El importe resultante es de **\$1.919,241.27 MN**, donde el 35.16 % de este costo lo obtiene el rubro de acabados, 26.38% la estructura, 11.16 % albañilería, 6.43% cimentación, 5.83 % carpintería, 5.80 % ventanas y cancelería, 4.05 % instalaciones hidráulicas, 4.05 % instalaciones eléctricas y 0.63% preliminares, como se podrá observar el costo mayor es de acabados, esto es debido a que se utiliza piso cerámico en las dos plantas, y cerámico acabado tipo piedra en el muro propuesto de piedra real, en la actualidad la gente usa productos cerámicos ya que su oferta es demasiada, en colores, formas, gustos por lo que el uso de la madera por lo menos en este proyecto solo significa el 5.41%, su uso es muy bajo, la utilización de la madera es solo en puertas y closets.

PRESUPUESTO BASE CASA INDUSTRIALIZADA					
CONCEPTO				IMPORTE	TOTAL
					<b>\$1,919,241.27</b>
					<b>100.00%</b>
<b>1</b>	<b>INICIO</b>				
<b>2</b>	<b>PRELIMINARES</b>			<b>\$ 12,153.41</b>	<b>0.63%</b>
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>			<b>\$123,378.67</b>	<b>6.43%</b>
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>			<b>\$506,287.23</b>	<b>26.38%</b>
	4.1	ESTRUCTURA PLANTA BAJA		\$251,539.65	13.11%
	4.2	ESTRUCTURA PLANTA ALTA		\$254,747.59	13.27%
<b>5</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>			<b>\$223,805.39</b>	<b>11.66%</b>
	5.1	ALBAÑILERIA PLANTA BAJA		\$119,632.17	6.23%
	5.2	ALBAÑILERIA PLANTA ALTA		\$104,173.22	5.43%
<b>6</b>	<b>ACABADOS</b>			<b>\$674,887.01</b>	<b>35.16%</b>
	6.1	ACABADOS PLANTA BAJA		\$293,543.71	15.29%
	6.2	ACABADOS PLANTA ALTA		\$381,343.30	19.87%
<b>7</b>	<b>CARPINTERIA</b>			<b>\$111,889.56</b>	<b>5.83%</b>
	7.1	CARPINTERIA PLANTA BAJA		\$ 40,545.38	2.11%
	7.2	CARPINTERIA PLANTA ALTA		\$ 71,344.18	3.72%
<b>8</b>	<b>VENTANAS Y CANCELERIA</b>			<b>\$111,340.00</b>	<b>5.80%</b>
	8.1	VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA BAJA		\$ 45,560.00	2.37%

	8.2		VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA ALTA	\$ 65,780.00	3.43%
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>			<b>\$ 77,800.00</b>	<b>4.05%</b>
	9.1	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA BAJA			
		9.1.1	AGUA	\$ 20,450.00	1.07%
		9.1.2	DRENAJE	\$ 19,350.00	1.01%
	9.2	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA ALTA			
		9.2.1	AGUA	\$ 18,500.00	0.96%
		9.2.2	DRENAJE	\$ 19,500.00	1.02%
<b>10</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>			<b>\$ 77,700.00</b>	<b>4.05%</b>
	10.1	INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA BAJA		\$ 39,450.00	2.06%
	10.2	INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA ALTA		\$ 38,250.00	1.99%

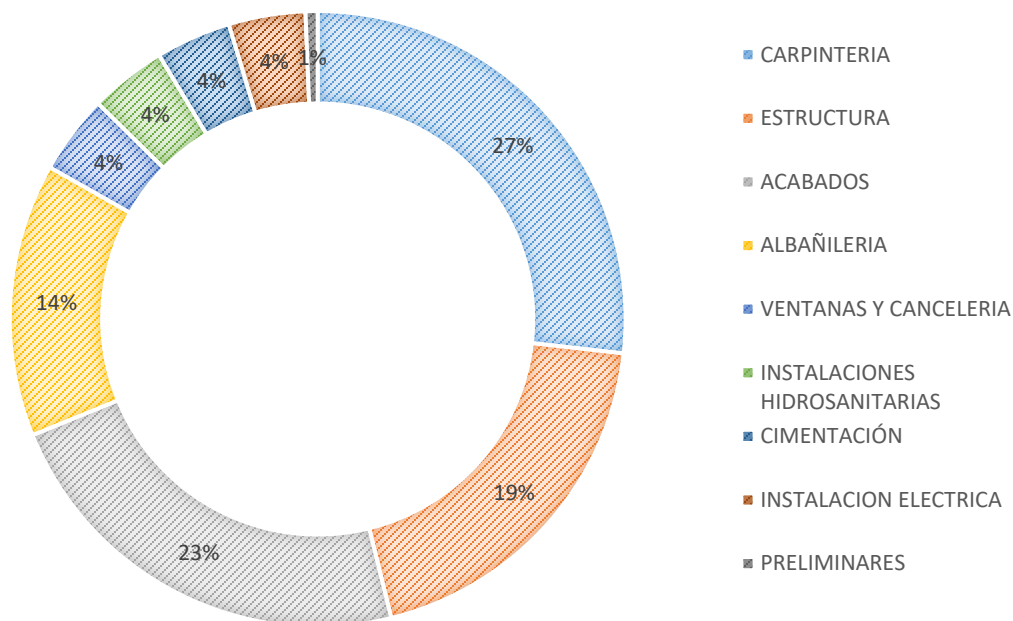


## 6.2 Presupuesto BASE “mi casa ecológica”

PRESUPUESTO BASE MI CASA ECOLOGICA				
				TOTAL
		CONCEPTO	IMPORTE	\$1,928,153.57
				100.00%
<b>1</b>		<b>INICIO</b>		
<b>2</b>		<b>PRELIMINARES</b>	<b>\$ 12,153.41</b>	<b>0.63%</b>
<b>3</b>		<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>\$ 76,210.47</b>	<b>3.95%</b>
<b>4</b>		<b>ESTRUCTURA</b>	<b>\$373,559.74</b>	<b>19.37%</b>
	4.1	ESTRUCTURA PLANTA BAJA	\$231,168.39	11.99%
	4.2	ESTRUCTURA PLANTA ALTA	\$142,391.35	7.38%
<b>5</b>		<b>ALBAÑILERIA</b>	<b>\$276,843.81</b>	<b>14.36%</b>
	5.1	ALBAÑILERIA PLANTA BAJA	\$146,156.10	7.58%
	5.2	ALBAÑILERIA PLANTA ALTA	\$130,687.71	6.78%
<b>6</b>		<b>ACABADOS</b>	<b>\$437,412.99</b>	<b>22.69%</b>
	6.1	ACABADOS PLANTA BAJA	\$233,752.66	12.12%
	6.2	ACABADOS PLANTA ALTA	\$203,660.32	10.56%
<b>7</b>		<b>CARPINTERIA</b>	<b>\$516,473.15</b>	<b>26.79%</b>
	7.1	CARPINTERIA PLANTA BAJA	\$100,817.91	5.23%
	7.2	CARPINTERIA PLANTA ALTA	\$415,655.24	21.56%
<b>8</b>		<b>VENTANAS Y CANCELERIA</b>	<b>\$ 80,000.00</b>	<b>4.15%</b>
	8.1	VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA BAJA	\$ 35,000.00	1.82%
	8.2	VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA ALTA	\$ 45,000.00	2.33%
<b>9</b>		<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>	<b>\$ 77,800.00</b>	<b>4.03%</b>
	9.1	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA BAJA		
		9.1.1 AGUA	\$ 20,450.00	1.06%
		9.1.2 DRENAJE	\$ 19,350.00	1.00%
	9.2	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA ALTA		
		9.2.1 AGUA	\$ 18,500.00	0.96%
		9.2.2 DRENAJE	\$ 19,500.00	1.01%
<b>10</b>		<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>\$ 77,700.00</b>	<b>4.03%</b>
	10.1	INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA BAJA	\$ 39,450.00	2.05%
	10.2	INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA ALTA	\$ 38,250.00	1.98%



## PROYECTO "MI CASA ECOLÓGICA"



En el presupuesto base de “mi casa ecológica”, se presenta de mayor a menor dependiendo su importe, la carpintería con un 26.79 %, acabados 22.69 %, estructura 19.37%, albañilería 14.36 %, ventanas y cancelería 4.15%, instalaciones hidrosanitarias 4.03%, instalación eléctrica 4.03 %, cimentación 3.95% y por ultimo preliminares con 0.63%, como se puede observar el mayor porcentaje se encuentra en la carpintería, ya que se consideran puertas de madera, closets, pisos de madera en la recamara de planta baja y las tres superiores incluidos el estudio y pasillos de planta alta, además un techo en la cochera y techo de azotea en una recamara y en la sala en el techo a doble altura. Una casa hecha de madera en su totalidad, seria sin duda un proyecto ganador en cuestión de su poca generación de CO<sub>2</sub>eq, sin embargo en base a nuestra situación actual de vivienda ya estudiada en el capítulo I “problemática” y el capítulo II “la vivienda y construcción tradicional en México”, es complicado en el mercado actual la construcción de vivienda hecha de madera en su totalidad, esto por varias razones, una de ellas seria los pequeños espacios de terreno, nulo espacio entre construcciones, que tendría como consecuencia nulo mantenimiento y sumado a ello el poco conocimiento en nuestra sociedad del uso de la madera en la construcción de vivienda, es por

eso que en “ mi casa ecológica” se pretende usar la madera en todo lo que sea posible y aceptable por el cliente, al final el cliente tiene la última opinión.

La idea de plantear una construcción de una casa ecológica tiene por eje principal la aceptación de la población mexicana, esto significa que necesita tener varios componentes como son:

1. Cimientos a base de piedra o zapata corrida de concreto reforzado, el cliente muestra tranquilidad de que su casa está bien cimentada.
2. Blocks macizos en muros de carga, esto genera al cliente seguridad
3. Estructuración con castillos, columnas y traveses de concreto, el cliente dormirá tranquilo.
4. Losas de concreto reticular, el cliente muestra agrado saber que se invierte en su construcción.
5. Muros de mampostería de piedra, el cliente le gusta la naturaleza y no las imitaciones.
6. Muros con sillar, producto con gran estética y fortaleza que le dan el toque de cabaña a una construcción.
7. La madera en pisos, lujo y confort que solo la madera puede brindar.
8. Pisos cerámicos, que puedes ensuciar una y otra vez y lavar las veces que se requiera.
9. Techos de madera, confort, belleza y lujo inigualable.

“Mi casa ecológica”, es un proyecto único, ya que su construcción logra equilibrar el gusto, la seguridad y el costo factores que la gente busca al adquirir o construir su casa, sin olvidar el objetivo principal de este proyecto que su generación de CO<sub>2e</sub> eq en su construcción sea menor que una casa con materiales convencionales o industrializados. El monto resultante es de **\$1,928,153.57 MN**. esta cantidad involucra solo el costo directo, esto significa costo de materiales, mano de obra, equipos y no incluye indirectos, gastos de ingeniería, utilidad, costo del terreno, licencias o permisos.

La diferencia en costo entre los dos tipos de casas es apenas de **\$ 8,912.3 MN**, este monto es mínimo, esto es buena noticia ya que en principio se pensaría que, por el uso de materiales como la madera, significaría que sería más costosa.

Con este tipo de resultados con relación al costo, “mi casa ecológica”, parece ser una opción más, como propuesta para disminuir el CO<sub>2</sub> eq en la construcción de una vivienda.

- 1.1. Diagrama de Gantt y cálculo de ruta crítica ver anexo I.

## **I. Resultados y conclusiones.**

El aumento de la temperatura media terrestre trae consigo la modificación de las condiciones de vida en el planeta, provocado deshielos de glaciares, huracanes, inundaciones, migración de especies, impactos en la agricultura, sequias, escasez de alimentos, en los últimos años hemos visto como emergen muchas enfermedades como el zika, el sida, el SARS o el ébola, mismos que tienen su origen en poblaciones de animales en condiciones de severo estrés ambiental (Toluca, 2022), una pandemia que a junio de 2022 ha cobrado la vida más de 6.3 millones de personas en el mundo.

Para poder generar una conclusión en este proyecto comparo dos casas una ecológica y otra industrializada, esto significa que se analizan los materiales industrializados contra los materiales de bajas emisiones. Normalmente en una casa ya sea en autoconstrucción o una casa de interés social o residencial los materiales a utilizar serán casi siempre en su mayoría los siguientes; cemento, arena, grava, varilla, block, tabique, concreto, acero, pisos de recubrimiento cerámico, pinturas, ventanas, puertas etc.

Se analiza costo y emisiones de Co2 en referencia a la tabla 6 y 7 comparativa de “mi casa ecológica” vs la casa industrializada.

1. El cimiento de mamposteado de piedra resulto \$47,169.00 más económico y genero 18 toneladas menos de CO<sub>2</sub> que la zapata corrida de concreto reforzado.
2. La utilización de dos sistemas de losas, losa nervada aligerada de concreto y techos de madera resulto ser más costoso por \$197,131.00 y genero 23.49 toneladas menos de CO<sub>2</sub> que la losa nervada aligerada en toda la casa.
3. En los muros la utilización de 26% de Sillar, 61% de block y 12 % de piedra se logró un costo mayor por \$52,630.00 y se generó 4.7 toneladas más de CO<sub>2</sub> contra los muros block de toda la casa.
4. En acabados en muros es donde nos ayuda a recuperar la ventaja, ya que en los materiales de sillar y piedra no necesitamos aplanados por lo que resulto \$126,608.00 menos costoso y 7.72 toneladas menos de CO<sub>2</sub> contra los aplanados de toda la casa.
5. Y por último los pisos de la casa, donde se usa madera en un 38% y el resto en pisos cerámicos resulto \$15,561.00 menos costoso y 1.16 toneladas menos de CO<sub>2</sub> contra los pisos cerámicos en toda la casa industrializada.

Por lo que se concluye lo siguiente, la piedra es una buena opción de construcción de mamposteado para cimentación, debido a que es más económico y reduce en gran cantidad las emisiones de Co2, en cuestión de muros, el sillar es un excelente componente, que embellece el lugar y le da ese toque de elegancia y tradición mexicana de construcción, sin embargo no resulto tan benéfico a la hora de reducir emisiones, esto es que aunque el materia es natural, la producción utiliza distintos tipos de maquinaria para su fabricación, sin embargo donde se puede recuperar el sillar es en que no utiliza aplanados, la madera por si sola es el mejor elemento de construcción en disminuir la generación de CO<sub>2</sub>, gracias al uso de la madera en

techos la reducción fue significativa ya que con 32% de m<sup>2</sup> solo genero 3.4 toneladas de CO<sub>2</sub>, en los pisos uno de los elementos que llama la atención es el piso cerámico que aunque su generación es de 0.7 toneladas de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de material, como se trata de un revestimiento y placas que pueden variar en su tamaño, el área que recubre con poco espesor es bastante por lo tanto sus emisiones de CO<sub>2</sub> son bajas. Esto pondría a discusión que elemento tiene más ventajas constructivas la madera o el cerámico en pisos.

Es importante mencionar que el 63% de estos conceptos es el costo total de la casa ecológica y 61 % de la casa industrializada, en total estos conceptos generan 122 toneladas de CO<sub>2</sub> para “mi casa ecológica” y 168 toneladas de CO<sub>2</sub> para la casa industrializada, esto nos da un total de 27.2% de reducción de CO<sub>2</sub> por la construcción de “mi casa ecológica”, esto significa no enviar 45.69 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

Para entender mejor este resultado, 45.69 toneladas de CO<sub>2</sub>, serian aproximadamente dejar de consumir 48 toneladas de cemento, 31 toneladas de acero y con respecto a un vehículo automotriz, según la empresa Volvo en un estudio (Zorrero, 2021) de emisiones de CO<sub>2</sub> concluye que al final del ciclo de vida del automóvil, establecido para el estudio en los 200.000 km, el automóvil con motor a gasolina emitirá 59 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, el Híbrido Enchufable emitirá 44 toneladas y el automóvil 100% eléctrico habrá generado 42 toneladas de dióxido de carbono. Entonces el proyecto de “mi casa ecológica” cumple con el objetivo de reducción de CO<sub>2</sub>, y significaría que si construimos este proyecto seria como si dejáramos fuera de circulación un vehículo automotriz toda su vida útil.

Estos resultados dan esperanza a que este proyecto puede ser un grano arena que aporte a la gran tarea de todos, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sumado a esto el proyecto utiliza las ecotecnicas mencionadas en el capítulo 2.2 de esta tesina, que desconecta a la casa ecológica de los servicios urbanos, para que, en su operación, no genere impacto negativo en el ambiente.

Espero que estos resultados motiven a las personas y constructores a que puedan migrar a este tipo de soluciones que son una opción real y concreta para reducir el CO<sub>2</sub> producto de la construcción de casas habitación. El uso adecuado de materiales como se mencionó resulta ser muy efectivo ante este problema, que posiblemente será la causa de la extinción de seres vivos incluyendo nuestra especie humana.

Tenemos el control y el tiempo para remediar esta situación, aun podemos lograr evitar la sexta extinción masiva de especies, aun podemos evitar la extinción de animales que hemos visto desde niños y poder demostrarles a nuestros hijos que se puede tener un mundo mejor y estar en convivencia con los seres vivos que hoy existen, que no desaprovechamos la oportunidad de conservar nuestro planeta para el futuro de nuevas generaciones y que el planeta que nos fue heredado les tocara conservarlo.

## Bibliografía

- Aqua. (12 de 07 de 2022). *Calentadores solares*. Obtenido de <https://calentador.mx/>
- B., P. G. (OCTUBRE 2019). FUNDAMENTOS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION CON MADERA. SANTIAGO DE CHILE: EDICIONES UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.
- BBVA. (12 de 07 de 2022). *SOTENIBILIDAD*. Obtenido de <https://www.bbva.com/>
- CDMX, G. D. (2017). *NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA*. CDMX.
- CELSIA. (12 de 07 de 2022). *PANELES SOLARES*. Obtenido de <https://www.celsia.com/>
- chroma. (2022). Obtenido de <https://chroma.mx/producto/duela-madera.aspx>
- CLIMATICO, I. N. (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fosiles y alternativos que se consumen en México*. CDMX: SEMARNAT.
- CONAFOR. (s.f.). *Manual de Autoconstruccion de Vivienda con Madera*. Mexico: SEMARNAT.
- freepik. (2022). Obtenido de <https://www.freepik.es/fotos-premium>
- Gutierrez, H. A. (12 de Mayo de 2021). *Procesos de construccion emision de dióxido de carbono y resultados socio-economicos durante la pandemia de covid-19 en Mexico*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal>
- Hernandez, D. L. (Julio 2016). *Evaluación de la Huella de Carbono con enfoque de Análisis de Ciclo de Vida para 12 Sistemas Constructivos*. CDMX: INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM.
- ihobe. (Noviembre, 2009). Analisis de ciclo de vida y huella de carbono. *ihobe, Sociedad Publica de Gestion Ambiental*, 37.
- INEGI. (01 de 02 de 2022). *Instituto Nacional de Estadistica y Geografia*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/>
- Manresa, A. P. (Septiembre 2014). *Desarrollo de una aplicación para el cálculo de la huella de carbono en proyectos de construcción*. Cartagena: Univesidad Politecnica de Cartagena.
- Mengpin Ge, J. F. (02 de Septiembre de 2021). *WRI MEXICO*. Obtenido de <https://wrimexico.org>
- MEXICANA, I. B. (27 de ENERO de 2022). *ESPECIFICACIONES TECNICAS BLOCK MACIZO*. Obtenido de <WWW.INDUSTRIALBLOQUERA.COM.MX>
- mexico, d. (07 de 07 de 2022). *mexico desconocido*. Obtenido de [mexicodesconocido: www.mexicodesconocido.com.mx](http://mexicodesconocido.com.mx)
- Muciño, I. M. (2022). Autoria propia. *MMG*. CIUDAD DE MEXICO, MEXICO: POSGRADO FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.
- Nieto, B. G. (2016). *La vivienda y el Estado mexicano durante el siglo XX, un enfoque desde la economia politica*. Ciudad de Mexico: UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales.

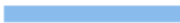














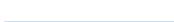




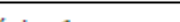
- PECK, R. B. (s.f.). *INGENIERIA DE CIMENTACIONES*. MEXICO: LIMUSA NORIEGA EDITORES.
- pinterest. (s.f.). *canceles de aluminio*. Obtenido de <https://www.pinterest.com.mx/flaco202140/canceles-de-aluminio/>
- puertas, c. y. (2022). Obtenido de <http://www.closetsypuertas.com.mx/>
- reforzado, l. a. (2022). *pinterest*. Obtenido de <https://www.pinterest.com.mx/pin/402227810477358740/>
- Rotoplas. (Junio de 2013). *Biodigestor autolimpiable*. Obtenido de Soluciones para mejora de saneamiento: <https://rotoplas.com.mx/>
- RUSTICO, M. (2020). *SILLAR*. Obtenido de <https://materialrustico.com/wp/sillar-de-tepetate/>
- Toluca, C. C. (2022). *Sobrevivientes*. TOLUCA.
- UNAM. (07 de 08 de 2018). *Ciencia UNAM*. Obtenido de Guillermo Cardenas Guzman: <https://ciencia.unam.mx/>
- Unidas, N. (1 de 01 de 2022). *Acción por el clima*. Obtenido de <https://www.un.org/>
- URBANA, I. (2022). *Capta la lluvia*. Obtenido de <https://islaurbana.org/>
- Vazquez, M. (25 de Agosto de 2021). *Real Estate Market & Lifestyle*. Obtenido de <https://realestatemarket.com.mx/>
- WATCH, C. (14 de 02 de 2021). *CLIMATEWATCH*. Obtenido de <https://www.climatewatchdata.org/>
- Zorrero, D. (11 de 11 de 2021). *INFOBAE*. Obtenido de <https://www.infobae.com/autos/2021/11/12/fabricar-un-auto-electrico-contamina-mas-que-uno-de-combustion-interna/>

## ANEXO 1

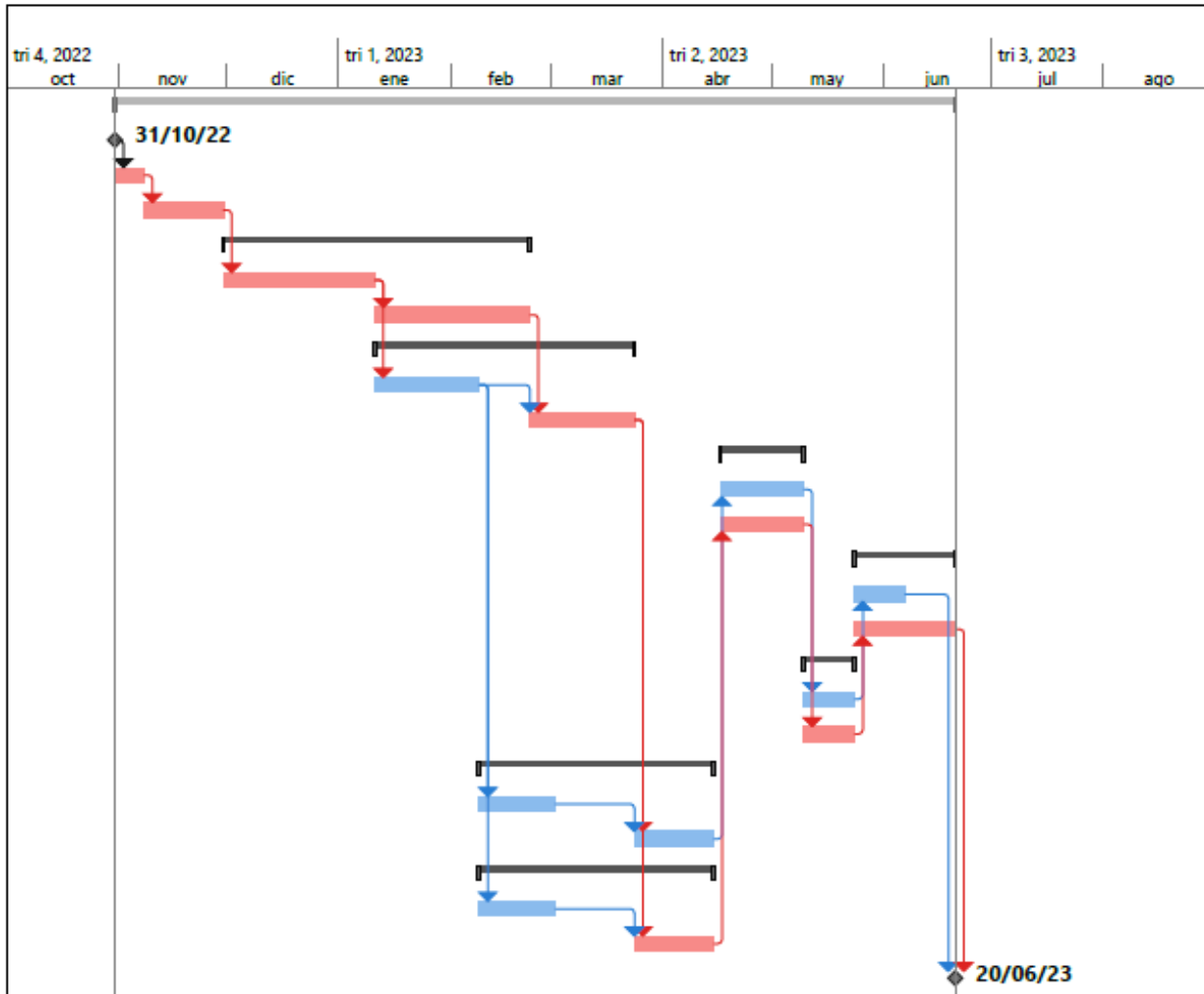
### CRONOGRAMA Y RUTA CRITICA “MI CASA ECOLÓGICA”

Id	Mod de tarea	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0			<b>CRONOGRAMA MI CASA ECOLOGICA</b>	<b>160 días</b>	<b>lun 31/10/22</b>	<b>mar 20/06/23</b>
1		1	1 INICIO	0 días	lun 31/10/22	lun 31/10/22
2		2	2 PRELIMINARES	5 días	lun 31/10/22	lun 07/11/22
3		3	3 CIMENTACION	15 días	mar 08/11/22	mar 29/11/22
4		4	4 ESTRUCTURA	60 días	mié 30/11/22	mié 22/02/23
5		4.6	4.1 ESTRUCTURA PLANTA BAJA	30 días	mié 30/11/22	mar 10/01/23
6		4.7	4.2 ESTRUCTURA PRIMER NIVEL	30 días	mié 11/01/23	mié 22/02/23
7		5	5 ALBAÑILERIA	50 días	mié 11/01/23	jue 23/03/23
8		5.26	5.1 ALBAÑILERIA PLANTA BAJA	20 días	mié 11/01/23	mié 08/02/23
9		5.27	5.2 ALBAÑILERIA PLANTA ALTA	20 días	jue 23/02/23	jue 23/03/23
10		6	6 ACABADOS	15 días	lun 17/04/23	mar 09/05/23
11		6.2	6.1 ACABADOS PLANTA BAJA	15 días	lun 17/04/23	mar 09/05/23
12		6.4	6.2 ACABADOS PLANTA ALTA	15 días	lun 17/04/23	mar 09/05/23
13		7	7 CARPINTERIA	20 días	mié 24/05/23	mar 20/06/23
14		7.1	7.1 CARPINTERIA PLANTA BAJA	10 días	mié 24/05/23	mar 06/06/23
15		7.2	7.2 CARPINTERIA PRIMER NIVEL	20 días	mié 24/05/23	mar 20/06/23
16		8	8 VENTANAS Y CANCELERIA	10 días	mié 10/05/23	mar 23/05/23
17		8.1	8.1 VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA BAJA	10 días	mié 10/05/23	mar 23/05/23
18		8.2	8.2 VENTANAS Y CANCELERIA PLANTA ALTA	10 días	mié 10/05/23	mar 23/05/23
19		11	9 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	45 días	jue 09/02/23	vie 14/04/23
20		11.1	9.1 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA BAJA	15 días	jue 09/02/23	mié 01/03/23
21		11.2	9.2 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS PLANTA ALTA	15 días	vie 24/03/23	vie 14/04/23
22		13	10 INSTALACION ELECTRICA	45 días	jue 09/02/23	vie 14/04/23
23		13.1	10.1 INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA BAJA	15 días	jue 09/02/23	mié 01/03/23
24		13.2	10.2 INSTALACIONES ELECTRICAS PLANTA ALTA	15 días	vie 24/03/23	vie 14/04/23
25		16	11 FIN	0 días	mar 20/06/23	mar 20/06/23

Proyecto: CRONOGRAMA MI C  
Fecha: lun 05/09/22

Tarea		Resumen manual	
División		solo el comienzo	
Hito		solo fin	
Resumen		Tareas externas	
Resumen del proyecto		Hito externo	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Tareas críticas	
Resumen inactivo		División crítica	
Tarea manual		Progreso	
solo duración		Progreso manual	
Informe de resumen manual			





Blank space for notes or additional information.

Proyecto: CRONOGRAMA MI C Fecha: lun 05/09/22	Tarea		Resumen manual	
	División		solo el comienzo	
	Hito		solo fin	
	Resumen		Tareas externas	
	Resumen del proyecto		Hito externo	
	Tarea inactiva		Fecha límite	
	Hito inactivo		Tareas críticas	
	Resumen inactivo		División crítica	
	Tarea manual		Progreso	
	solo duración		Progreso manual	
Informe de resumen manual				