

VIVIENDA ADAPTADA MÍNIMA RESILIENTE

Propuesta de vivienda mínima adaptada en la forma arquitectónica y estructural en zonas inundables por tsunami o inundaciones

Palabras Clave: Adaptación – Vivienda Adaptada – Tsunami Resiliente

Tesista: Cristian Bordon Villafaña

Prof Guía: Felipe Igualt Jara

RESUMEN

La presente propuesta de investigación parte desde la problemática de como los tsunamis e inundaciones en zonas costeras afectan las edificaciones en zonas de riesgo, como las personas se ven obligadas a desplazarse, dejando sus hogares, ya que en su mayoría estos se ven destruidos posterior a la catástrofe.

Se evidencian en muchos de los casos pocos o nulos criterios de adaptabilidad, resiliencia y sistemas constructivos adecuados para enfrentar una catástrofe, es por eso que en esta propuesta de investigación y proyecto de arquitectura se busca dar solución a través de un sistema constructivo que sea capaz de abordar estos conceptos, desarrollando cada uno de ellos, basándose en teóricos y casos nacionales e internacionales exitosos, poder conocer los criterios de adaptación para poder integrarlos en una propuesta de arquitectura.

La propuesta parte desde el estudio de referentes, pasa posteriormente a una etapa de pruebas de modelos y terminando en la construcción de una vivienda adaptada que debe cumplir con varias premisas como;

**Adaptabilidad, resiliente, resistente,
Económica, auto construcción**

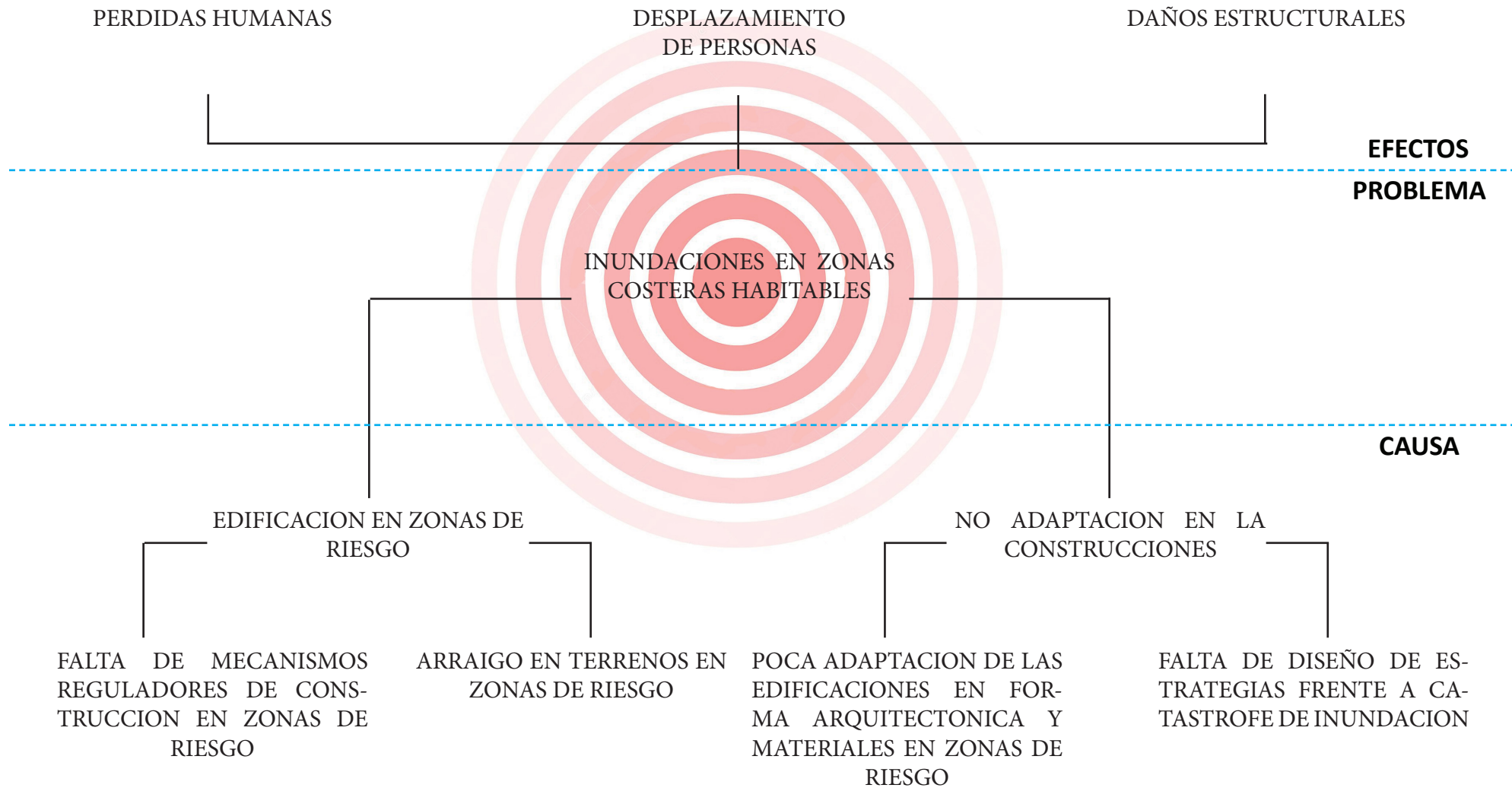
Esta debe poder ser construida de la forma mas simple posible, resaltando materiales económicos otorgándola de una alta resiliencia posterior a la catástrofe

la propuesta busca cumplir estas premisas y algunas otras que se desarrollan en el marco teórico de la investigación, a través de prototipos y pruebas, generando modelos de arquitectura de sistemas estructurales y modelos de las partes y materiales que compondrían este

Finalmente el objetivo principal es poder determinar tipos de edificaciones a través de la construcción de un prototipo 1.1 de vivienda adaptada.

PROBLEMÁTICA

ARBOL DE PROBLEMAS



PROBLEMÁTICA:

En Chile después del terremoto y posterior tsunami 8.8 que afectó el país, se produjeron grandes daños a la infraestructura costera, principalmente en las viviendas emplazadas en zona de riesgo.

- El problema a abordar es los daños producidos en una vivienda por catástrofe de tsunami en zona de riesgo, la poca adaptación en la forma arquitectónica y estructural de estas edificaciones y su poca o nula resiliencia ante eventos de catástrofe.

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El sismo de 8,8° Richter que afectó la zona centro-sur del país, el 27 de febrero tuvo su epicentro en el mar. Como consecuencia de ello se registraron ondas de tsunami que impactaron unos 550 km del borde costero, provocando la pérdida de vidas humanas, además de daños de distinta consideración en viviendas, locales comerciales e infraestructura portuaria.

La experiencia demostró que, en Chile, pese a ser un país con más de 4.000 km de costa, no se construye considerando la posibilidad cierta de enfrentar tsunamis.

En los años donde hemos podido documentar esta catástrofe en particular, Desde 1562 al 2010 registraron 28 tsunamis de diferentes magnitudes en nuestro país siendo en este último donde realmente se propone diseñar estructuras enfocadas en la vivienda que puedan afrontar esta catástrofe:

“El fenómeno de febrero, que afectó la zona comprendida entre las ciudades de San Antonio (V Región) y Tirúa (VIII Región) genera una onda en la superficie que mar adentro alcanza una altura casi imperceptible, pero toma una velocidad de propagación de alrededor de los 700 km/h. Las ondas van cambiando su forma al acercarse al litoral, debido a la disminución de la profundidad, perdiendo longitud y velocidad, pero ganando altura. Así, el tsunami ingresa a poblados costeros a una velocidad de entre 5 a 10 m por segundo, unos 20 a 40 km/h, y con una profundidad de escurrimiento que en el caso del último tsunami varió entre 1 y 9 metros. Con esta información en la mano, queda claro que hay mucho por hacer para enfrentar este tipo de fenómenos. Sin embargo, esta última catástrofe impulsó un primer gran paso: amplios debates sobre diseño de estructuras tsunami-resistentes” (Martínez, 2020)

En este contexto nace por primera vez en el país las llamas “viviendas Tsunami Resistentes” que para efectos de esta investigación llamaremos “Tsunami Resilientes” ya que están pensadas para poder tener la menor cantidad de daños, permitiendo una rápida recuperación posterior a la catástrofe, presentándose las primeras construcciones de estas en las ciudades de Dichato, Tomé y Coliumo, en las tres localidades mencionadas con diferentes estructuras y materiales empleados, siendo el primer acercamiento a unas viviendas que puedan afrontar estas catástrofes, aunque siendo las de Dichato que a pesar que cumplen con los criterios para una edificación Tsunami resiliente, presentan deficiencias en sus sistemas constructivos presumiendo que estas no puedan afrontar una catástrofe cuando esta llegue.

Es en este sentido que se propone tomar como punto de partida las viviendas tsunami resilientes – (que sufran la menor cantidad de daños posibles así poder reconstruirse de forma rápida y volver a ser ocupadas después de la catástrofe)- , para generar una nueva propuestas a las soluciones para minimizar los daños de la infraestructura de las edificaciones costeras sumado a planificación urbana y obras de mitigación que puedan evitar el avance del mar, en conjunto estas tres podrán ser la mejor forma de afrontar una catástrofe de tsunami. Tomando la primera de estas para indagar y poner en relevancia la importancia que debe tener al momento de proponer edificaciones que se vean enfrentadas a situaciones de riesgo ya sea por tsunami o inundaciones.

Para llegar al tema de plantear sistemas constructivos innovadores en caso de catástrofe es necesario partir pensando la vulnerabilidad frente a estos desastres, definir la resiliencia y capacidad de recuperación de infraestructuras de las zonas afectadas, la adaptabilidad a la catástrofe y a su contexto.

Mencionar también los daños producidos y cómo las estructuras se ven afectados por ellos, materiales lo cual nos llevará a pensar mejores e innovadores sistemas constructivos.

VULNERABILIDAD

Vulnerabilidad + Catástrofe natural = Desastre

La UNESCO (2013) define la vulnerabilidad como *“las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”*. Existen diversas definiciones para vulnerabilidad, esta se puede abordar desde los aspectos físicos, económicos, sociales y ambientales, la investigación aborda la vulnerabilidad desde el concepto de vulnerabilidad física considerando que un desastre es la consecuencia de la vulnerabilidad sumada a una catástrofe natural, el desastre es el resultado de una alta vulnerabilidad sumada a una gran catástrofe natural, siendo la vulnerabilidad los efectos de la catástrofe sobre las de las edificaciones y los daños producidos por la catástrofe, *“La vulnerabilidad física es uno de los principales componentes del diseño y planificación de comunidades, dado que permite describir el grado de preparación de éstas últimas ante posibles amenazas”*(Contreras & Winckler, 2013) *La vulnerabilidad física estará dada por los atributos estructurales, protección y exposición a inundaciones para cada una de las edificaciones.*(Iguait 2020) la vulnerabilidad física puede ser medida, estudiado dando un parámetro y campo de investigación de estos donde el sistema constructivo y los materiales que lo componen pueden disminuir la vulnerabilidad mientras más consecuencias del desastre se evidencia en las estructuras, mayor será la vulnerabilidad que estas presenten, un sistema constructivo con los materiales adecuados disminuye en gran medida la vulnerabilidad que presentan las edificaciones, en diversos estudios que se presentan mas adelante en la investigación nos dan luces de cuales son los materiales que presentan menor vulnerabilidad frente a una

Catástrofe, dando una guía de cuales podrían ser los materiales mas idóneos al momento de construir en zonas de riesgos, aunque aquí vemos un fuerte contraste con la realidad ya que en su mayoría las construcciones son de madera o materiales livianos, que resultan ser materiales altamente vulnerables y precaria entendiendo que la vulnerabilidad no es solo un problema de las edificaciones resulta ser un problema social, ya que se construye en su mayoría con elementos mas económicos y muchas veces siendo estas viviendas autoconstrucción en zonas de ocupación informal, al ser construcciones con materiales de construcción precarios y sistemas constructivos no probados y muchos de estos no adaptados es que aumenta la vulnerabilidad de las edificaciones, esta es la vulnerabilidad que busca dar respuesta la propuesta generando innovación en los sistemas constructivos y pensando materiales asequibles, que permitan la autoconstrucción y cumplan con criterios que bajen la vulnerabilidad de las edificaciones

RESILIENCIA

El concepto de resiliencia se toma como origen de la sociología asociado al ser humano que daba entender de “volver a ser”, o recuperación rápida después de un evento traumático, si abrimos el concepto de resiliencia como la geografía que la define como una forma de planificar adecuada y anticipadamente las áreas y comunidades afectas a un terremoto y tsunami. A su vez, la resiliencia reconoce la temporalidad de la reconstrucción según la definición de Contreras esta sería: “**capacidad de crecimiento que resulta de un proceso continuo de construcción durante toda una vida**” (Contreras Gatica & Beltrán Benítez, 2015),

La resiliencia como concepto, es capaz de identificar los potenciales riesgos a los que se ve sometida la comunidad y el territorio. Implica, por tanto, generar capacidades de anticipación y continuidad reduciendo así, la vulnerabilidad de los sistemas socio-Territoriales. Por tanto, un territorio será resiliente en la medida en que exista una planificación territorial, y una implementación de sistemas que puedan recuperarse de manera adecuada y rápida. **La resiliencia de una comunidad ante inundaciones define la capacidad de soportar y reorganizarse ante una inundación.**(Iguait 2020)

La resiliencia es la capacidad que tiene una persona o un grupo de recuperarse frente a la incertidumbre y de hacer frente a un nuevo evento con estrategias.

Una edificación para considerarse resiliente debe considerar un sistema constructivo que pueda enfrentar una catástrofe, se debe pensar y diseñar de manera resiliente, lo que lo haría resiliente es su capacidad para una rápida recuperación

Reparación y vuelta puesta en completa operatividad después de una catástrofe.

La resiliencia para esta investigación será abordada desde dos aristas; La primera es la resiliencia de los elementos que componen la edificación y su sistema constructivo, esta resiliencia está directamente ligada a la vulnerabilidad de los materiales con los que está construida, la edificación en sí debería presentar una baja vulnerabilidad pero eso no quiere decir que esté exenta de producirse daños en esta posterior a una catástrofe, es ahí donde está el concepto de resiliencia, donde los materiales dañados puedan ser de rápida reparación o poder remplazarse de manera eficaz, y de manera fácil, donde no requiera mano de obra calificada para volver a un estado lo más cercano al original, pudiendo remplazar los elementos constructivos de las edificaciones, para esto se debe plantear edificaciones con materiales domésticos y asequibles por cualquier persona, que estos a su vez no vayan en desmedro de generar mayor vulnerabilidad al contrario que sean elementos simples, que presenten baja vulnerabilidad y sean resilientes

la segunda arista para considerar la resiliencia se toma la idea de resiliencia de Rosati que es una resiliencia en la forma arquitectónica donde posterior a la catástrofe se pueda poner en marcha ya no solo la edificación sino que el estilo y forma de vida de quienes la habitan de la forma más rápida posible, para lograr esto es que se consideren elementos arquitectónicos mínimos para una rápida recuperación de la forma de habitar, y reconstrucción de la vivienda lo más rápido posible, dando los elementos mínimos que resistan la catástrofe y den un punto de partida para la posterior recuperación de la vivienda y el modo de vida posterior a la catástrofe

CICLO DE RESILIENCIA DE ESTRUCTURAS

UNA VEZ LAS ESTRUCTURAS SEAN ADAPTADAS (HADAPTABILIDAD FISICA) ESTAS DEBEN ESTAR PREPARADAS, PENSADAS, DISEÑADAS Y CON CRITERIOS CONSTRUCTIVO-ESTRUCTURALES PARA ENFRENTAR UNA SITUACION DE DESASTRE

DESASTRE DE TSUNAMI O INUNDACION

CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTAR EFICIENTEMENTE UNA SITUACION DE CATASTROFE

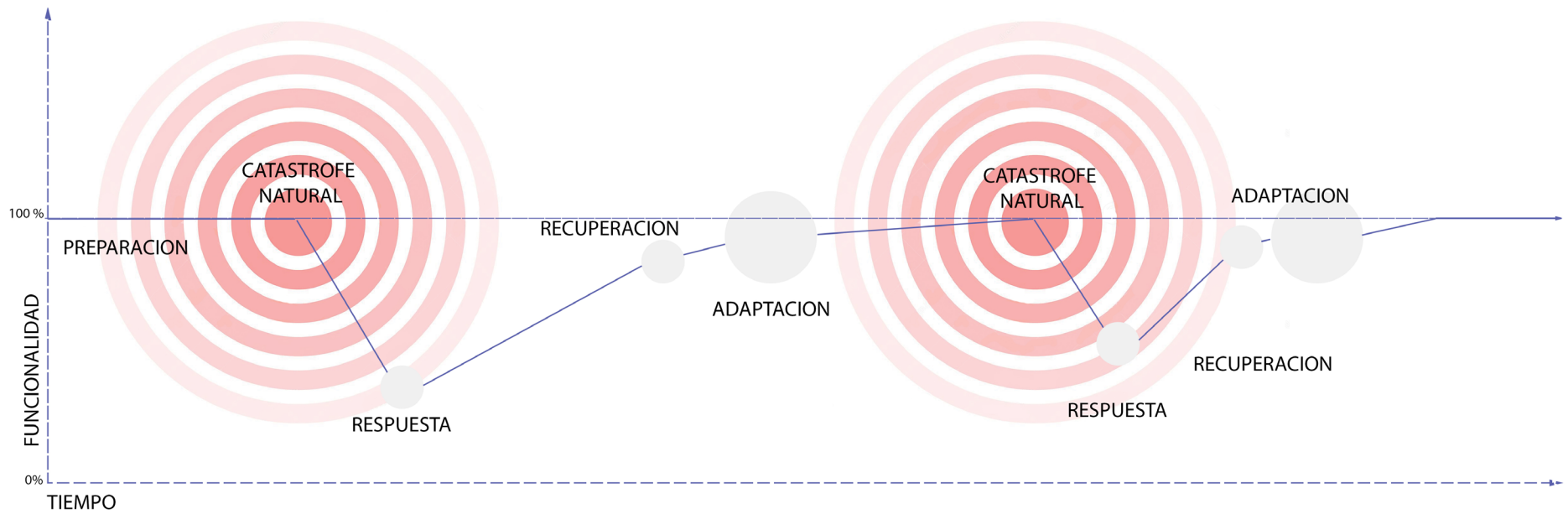
RESILIENCIA

CAPACIDAD DE UNA ESTRUCTURA DE RECUPERAR SU FUNCION, FORMA Y ESTABILIDAD POSTERIOR A UNA CATASTROFE

LAS ESTRUCTURAS DEBEN SER ADAPTADAS NO SOLO PARA ENFRENTAR UNA SITUACION POTENCIALMENTE DE CATASTROFE SI NO QUE A SU CONTEXTO SOCIAL Y GEOGRAFICO

PODER REPARAR LAS ESTRUCTURAS O REMPLAZAR ELEMENTOS DAÑADOS DE MANERA FACIL Y DE BAJO COSTO





Línea de tiempo de resiliencia en relación a la funcionalidad (Fuente: Adaptado de Rosati, 2015)

la resiliencia debería permitir que una vez afectada la edificación esta tenga una recuperación y adaptación posterior a esta, si una nueva catástrofe volviera ocurrir esta edificación ya estaría preparada permitiendo una respuesta más rápida, una mejor y más corta recuperación y generando una adaptación cada vez mejor, mejorando no solo volver al estado lo más cercano al original de la edificación, además una vuelta lo más rápido posible al modo de vida anterior a al desastre natural

ADAPTACIÓN:

La adaptación frente a un evento de catástrofe se define como la capacidad de **modificar la estructura existente para enfrentar un tsunami o evento de marejada acomodándose a la zona de riesgo a través de su materialidad y estructura**, (Sepúlveda-Carmona, 2018) también es importante considerar la adaptación desde el punto de vista de su contexto social, y cultural, entendiendo el modo de vida, ya que al ser edificaciones adaptadas a la catástrofe pero no adaptadas al modo de vida finalmente terminamos generando más vulnerabilidad **“En particular, las viviendas, “tsunami resilientes” o instaladas en Dichato, Coliumo y Los Morros (Talcahuano), están completamente ocupadas en la planta baja en todas estas localidades, ya que el sentido de estas viviendas no fue comprendido por los habitantes y ante la necesidad de espacio habitable, los pobladores cerraron el palafito.**(Sepúlveda-Carmona, 2018)

Se debe pensar en las características donde se emplazada las viviendas en consideración del modo de vida de las personas que las habitan en esa línea es necesario poder generar adaptación en la edificación a través de su sistema estructural y sus partes y materiales, y construir adaptación al modo de vida y realidad geográfica y social de quienes habitan la vivienda

“La adaptación, definida como las acciones que las personas toman en respuesta, o en anticipación a cambios y riesgos proyectados o reales, para reducir impactos adversos o tomar aprovechar las oportunidades que presenta el cambio climático o cualquier otro riesgo reconocido.”(Sepúlveda-Carmona, 2018)

La adaptación en primera instancia se abordara desde la construcción el sistema constructivo generando edificaciones adaptadas.

“Se entiende la adaptabilidad post-tsunami como la capacidad de un asentamiento para reinterpretar el territorio y la infraestructura urbana luego de ser éstos afectados por un tsunami destructivo”, “La adaptabilidad, define la capacidad de los componentes de un sistema para construir resiliencia, con miras a tener una mejor respuesta ante futuras perturbaciones, reducir daños y permitir una recuperación más rápida en futuros desastres. (Walker et al. 2004)”(Iguait, 2017)

en base a estas dos definiciones de adaptabilidad, se plantea esta como un sistema que se pueda integrar al territorio, reinterpretando su contexto que mejore la resiliencia y tenga la menor cantidad de daños, ya que la adaptabilidad es aquella que nos permite afrontar una catástrofe y posterior a este mejorar la resiliencia no volviendo al estado anterior a la catástrofe, si no que se entiende como este puede evolucionar y ubicarse posterior a la catástrofe pensando que de volver a suceder un acontecimiento similar este se encuentre adaptado frente a esta situación y así permitir una rápida recuperación.

La adaptabilidad que integramos a la propuesta es una adaptabilidad resiliente siendo las medidas **resilientes ante Inundaciones permiten la interacción del edificio con el agua, pero están pensadas para que este no colapse y tenga tiempos de recuperación breves** (Proverbs & Lamond 2008).



Esquema de tipo de adaptación de rehabilitación a través de acomodación Sheida Shahi, Mansour Esnaashari Esfahani - Department of civil environmental Engineering 2020

Daños Estructurales

“Esencialmente hay dos tipos de fuerzas hidrodinámica que afectan a las estructuras: una proviene del impacto directo de las olas al inundar el borde costero y la otra es debido a las fuerzas erosivas producidas durante el proceso de elevación y descenso del nivel del agua, originado por el flujo alrededor de las estructuras” “los efectos secundarios sobre las estructuras son causados principalmente por las fuerzas erosivas del agua al interactuar con el medio. Ejemplos son la pérdida del soporte del suelo producto de la erosión del terreno o cuando las fuerzas de elevación crean momentos de giro, donde una estructura puede ser levantada de sus cimientos” (Martínez, 2020).

En esta situación, las estructuras son transportadas en la dirección de las corrientes y el daño causado por despojos flotantes resulta ser el más significativo en un tsunami.”

Es preciso poder pensar y proyectar con sistemas constructivos adaptados de que sean resistentes, las construcciones no solo se ven enfrentados a un evento de estas características cada cierto tiempo, también se ven enfrentados a las condiciones climáticas del lugar, como la erosión de los suelos arenosos, y probabilidades de inundación por marejada o subidas de marea, los sistemas de las construcciones en viviendas en zonas de riesgo en caso de fallar presentan no solo un riesgo para quienes habitan también para las otras construcciones y personas por el arrastre de por materiales por el agua siendo la principal causa de daño.

La idea de esta medida es que esta inundación no resulte tan dañina al no comprometer vidas humanas, patrimonio importante, ni actividades con las cuales las ciudades tienen que seguir prestando servicios para lograr restablecer un nivel de “normalidad tras la catástrofe.

Se propone plantear y visibilizar la necesidad de crear un sistema que pueda resistir de mejor manera las edificaciones frente a eventos de catástrofe para poder mínimas los daños tanto en las edificaciones como en el contexto en el que se emplazan ya que al disminuir los daños disminuye la vulnerabilidad y es posible una mejor resiliencia.

MATERIALIDAD:

La gran mayoría de las construcciones que enfrentaron las cargas del tsunami del 27 de febrero presentaron daños que las dejaron inhabitables y no operativas, sin excepción de materialidad o diseño. Sin embargo, “algunas estructuras de hormigón armado o de albañilería reforzada no fueron devastadas, como sí ocurrió con otras construcciones de materiales más ligeros como la madera” (Contreras & Winckler, 2013)

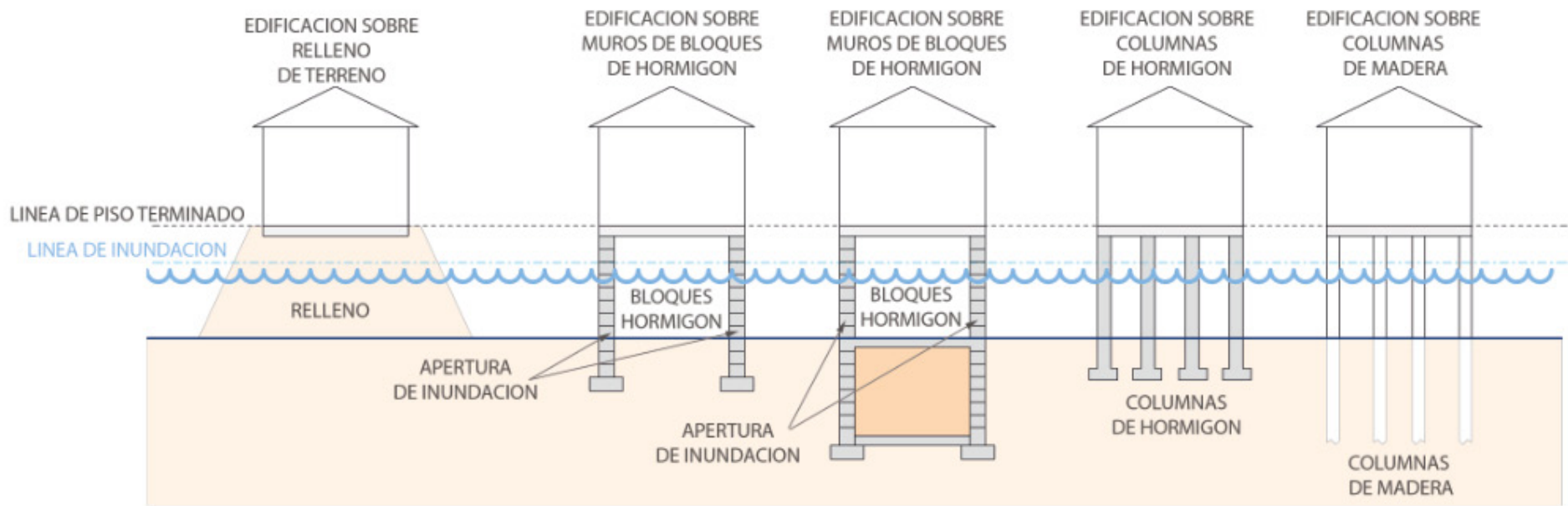
Los sistemas constructivos son en su gran parte los elementos que lo componen, su materialidad, cada materialidad representa un sistema constructivo diferente y cada uno una resistencia diferente ante un evento de catástrofe de inundación o tsunami.

” Respecto de la materialidad, se observaron fallas variables en las estructuras producto del impacto de las primeras olas. Con una inundación de alrededor de 2 m, se observó la falla total en las estructuras de madera (salvo palafitos), parcial en albañilería y adobe, y menor en el hormigón armado” (Contreras & Winckler, 2013)

Las viviendas con estructuras de hormigón armado y mampostería, con sus fundaciones protegidas contra la erosión y con muros enfrentados a la dirección de avance de las olas, han resistido el impacto de tsunamis. Al contrario, las viviendas ligeras (madera y/o similares), sin el debido anclaje a sus fundaciones, han sido arrastradas y generalmente destruidas. Pero de todas maneras resulta interesante el caso de los pilotes de madera con una correcta ejecución de estos protegidos y con fundaciones profundas, han podido afrontar de mejor manera una catástrofe de tsunami.

Es importante también no solo ver el comportamiento que puedan tener los materiales tradicionales, es importante considerar una innovación de estos, ya que en su mayoría materiales resistentes como el hormigón armado, resultan ser de un alto valor para el segmento de población que regularmente se ve afectada por una catástrofe, ya que un desastre afecta a quienes tengan una mayor vulnerabilidad. Por otro lado, mampostería o albañilería confinada requiere una ejecución por parte de personas expertas en su ejecución, ya que al estar mal ejecutada podría presentar un riesgo referente a una catástrofe más que una real solución, es por eso que es de suma importancia poder pensar en elementos y materiales que cumplan con las siguientes características; Fácil de ejecutar, Bajo costo, y Rápida ejecución, además de que tengan una capacidad resiliente, que al ser económicos y de fácil ejecución deberían ser de rápida recuperación y deben además ser lo suficientemente resistentes para enfrentar una situación de catástrofe de Tsunami o inundación. Presentando variables dentro de los materiales que tengan mejores resistencias y menor vulnerabilidad, el hormigón por lo general resulta ser un material altamente recomendado, siendo lo más costoso de este el sistema de moldajes y una dificultad media la momento de poder ejecutarlo, ya que requiere cierto grado de mano de obra calificada para que quede correctamente ejecutado.

En la propuesta se planteara elementos resistentes que a su vez sean de bajo costo y rápida ejecución, para que cualquier pueda construir con ellos, añadiendo dentro de las premisas que sea de fácil autoconstrucción y pre fabricado, siendo elementos además de fácil acceso en el comercio y en su conjunto generando un sistema constructivo adaptado que pueda hacer frente ante una catástrofe



Esquema elaboración Propia en base a esquema de FEMA 499 recomendaciones de estructuras y sistemas constructivos adaptado frente a inundaciones

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

El sistema constructivo es más que el resultado de sus materiales, es poder utilizar estos de manera eficaz y correcta ejecución para poder afrontar una catástrofe de tsunami o inundación, un sistema constructivo adaptado debe constar de los siguientes criterios tomados de los criterios de el proyecto de ONE arquitectos para viviendas en zonas de riesgo por inundación:

- **Resiliente:** Un sistema constructivo que tenga la capacidad de recuperarse rápidamente posterior a una catástrofe, donde los elementos que lo componen puedan ser remplazados de manera rápida y eficaz, se toma la inundación como problemática a enfrentar por la edificación, no intentando evitarla, teniendo además como premisa que la tecnología utilizada en los materiales se pueda construir por cualquier persona permitiendo una autoconstrucción mejorando los tiempos de reconstrucción
- **Adaptado:** Se debe considerar un sistema constructivo adaptado, elevando las edificaciones permitiendo en un primer piso una permeabilidad en los elementos que lo componen, permitiendo la circulación del agua, impidiendo la ocupación en el primer nivel dejando la edificación por sobre la cota de inundación
- **Ampliable:** Debe ser un sistema constructivo y una edificación que permita la ampliación de la vivienda, ya que añadir más recintos es una necesidad inherente del habitar, ya sea por el crecimiento de la familia o en búsqueda de generar espacios habitables más cómodos, es por eso que el sistema debe integrar el concepto de que pueda ser ampliable

- **Identidad:** la vivienda que contempla el sistema debe ser capaz de re interpretar el territorio, manteniendo la identidad del lugar y de quienes lo habitan
- **Económico:** Se plantea como premisa un sistema constructivo donde sus elementos sean económicos o “low Tech” para que estos puedan ser adquiridos de forma rápida y fácil en caso de daños, además estos pudiendo ser construidos por quienes habitan la vivienda
- **Resistente:** Debe ser un sistema constructivo que sea capaz de resistir los movimientos telúricos de un sismo y a su vez debe ser capaz de resistir un tsunami o marejadas, también debe poder tener un comportamiento adecuado frente a la erosión, es importante que no solo sea resistente en sus materiales si no que sea resistente en su forma arquitectónica y estructural.

Estas seis premisas deben considerarse a para diseñar y presentar criterios de una sistema constructivo adaptado que haga frente de manera eficaz a una catástrofe, y además pueda funcionar o reconstruirse de manera eficaz posterior a esta

VIVIENDA DE EMERGENCIA EN CHILE

Actualmente la ONU establece un estándar mínimo de la Vivienda de Emergencia de 9 m² por persona. Otros estándares Internacionales aconsejan como mínimo 3,5 m² de Superficie cubierta por persona como es el caso de la Organización Mundial de la Salud. En Chile en primera instancia la vivienda de emergencia es concebida como “[el refugio provisorio del núcleo familiar, posterior a una catástrofe o evento que obligue a abandonar su centro de residencia habitual](#)” (MOP, 2014)”

Aunque la definición oficial para una vivienda de emergencia es “[Vivienda mínima y transitoria, en uno o más pisos, que permite resolver las condiciones básicas de subsistencia y cobijo para personas afectadas por emergencias resultado de desastres naturales, sociales o accidentes](#)” (artículo 3° Boletín N° 9393-14, del 06 de agosto de 2014 del Congreso Nacional de Chile)”.

Esta definición de vivienda de emergencia es la que se da por parte del congreso posterior a la catástrofe del terremoto y tsunami del 2010, ya que anterior a esta, no existían criterios establecidos por ley para una vivienda de emergencia, en esta definición se buscan también dar las garantías mínimas para sobrellevar una catástrofe, teniendo mínimos criterios de construcción (impermeabilización, resistencia al fuego, materiales, y comodidad) cumpliendo con lo que sería un cobijo mínimo posterior a una catástrofe

Los criterios en Chile para la vivienda de emergencia serían los siguientes según lo establecido en el boletín N° 9393-14:

- Vivienda de 18 – 20 m² mínimo.
- Asegurar la impermeabilidad al agua
- Asegurar la impermeabilidad al agua y al viento.
- Mejorar las condiciones de aislamiento térmico.

- Proveer una adecuada resistencia al fuego.
- Fijar criterios de emplazamiento, distanciamientos, vialidad mínima para conjuntos de viviendas de emergencia.

Los criterios establecidos por ley, tienen el espíritu de que la vivienda de emergencia será un cobijo, pero es poco clara con con la definición de sus materiales, su resistencia, o así mismo su variable habitable, ya que esta se plantea como una solución provisorio con una duración máxima de dos años antes de dar una solución habitacional definitiva.

La vivienda de emergencia por excelencia en Chile desde su comercialización en 1950 es la mediagua, esta tiene una medida de 3x6 mts (18 M²) en su mayoría de piensa como un elemento fusible con fecha de caducidad, cuando en la realidad la solución “de emergencia” termina siendo en muchas veces la definitiva, es pensando en esta variable que en Chile el año 2017 nace la llamada “Vivienda de emergencia progresiva”, que plantea este problema de la permanencia de la vivienda de emergencia, esta construye un radier de 56M², en la cual se emplaza una vivienda de 24M² con lo mínimo para una correcta habitabilidad, considera instalación eléctrica, tabiquería de Metalcon, cubierta de zinc, ventanas de PVC, puertas de madera, sistema de aislación, baño y sistema completo de alcantarillado pensando en la permanencia de esta, y teniendo como premisa el crecimiento de la vivienda desde la ya entregada, siendo esta vivienda de emergencia la base para una vivienda definitiva, quitándole la fecha de expiración esta medida fue la respuesta ante un fenómeno de marejadas en el 2017 en la región de Atacama sacando el paradigma de la temporalidad a la vivienda de emergencia y pensando esta de una manera definitiva como el origen de una vivienda permanente.

VIVIENDA MINIMA EN CHILE

La vivienda mínima en Chile a diferencia de la vivienda de emergencia presenta un carácter definitivo, antes del 2020 en Chile no se establecían parámetros claros ni marcadas diferencias entre una vivienda mínima y una vivienda de emergencia, a diferencia de otros países como Francia y España que establecían claramente una normativa que las rige en [Francia la normativa señala que la superficie habitable y el volumen debe ser de al menos 14 m² y 33 m³ por habitante respectivamente para los primeros cuatro habitantes y de 10 m² y 23 m³ por cada habitante adicional \(proy de ley 12-11 2020 cámara de diputados de Chile\)](#) hoy contamos con un proyecto de Ley que modifica el artículo 162 y agregando el artículo 162 Bis de la OGUC que establece y define la vivienda mínima según la siguiente definición respecto a viviendas sociales y viviendas mínimas:

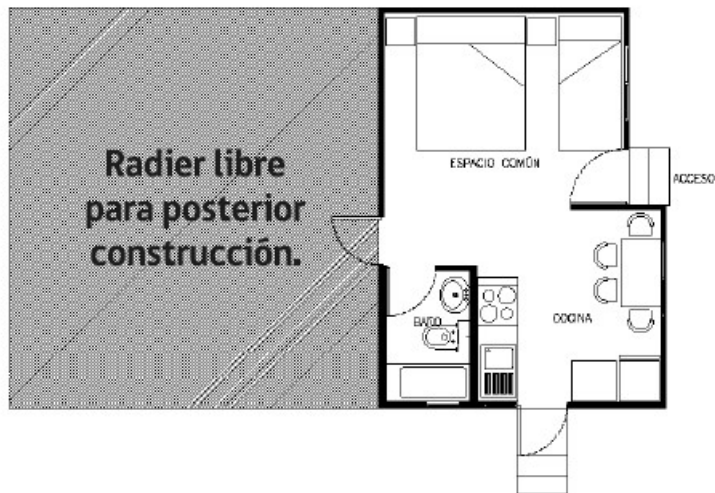
- Las viviendas sociales, independiente de sus fuentes de financiamiento o construcción, no podrán tener una superficie edificada inferior a los 56 metros cuadrados, debiendo ampliarse en 10 metros cuadrados por cada habitante adicional, superior a tres”.
- “El programa de la vivienda social debe considerar al menos cinco recintos: un dormitorio para dos camas, una sala de estar-comedor-cocina, dos baños con inodoro y lavamanos, uno de los cuales deberá tener una ducha, y una sala de estudio, recreación o juegos. Lo anterior es sin perjuicio de las exigencias mayores que pueda fijar la autoridad en los respectivos programas habitacionales del Estado”.

Es con esta definición que empezamos a dar un primer acercamiento de cual sería los estándares mínimos de una vivienda mínima en Chile, esta busca dar mejores condiciones de habitabilidad para una familia dando un estándar de “vivienda adecuada” otorgando el espacio necesario para la habitabilidad de una persona y el desarrollo de su vida.

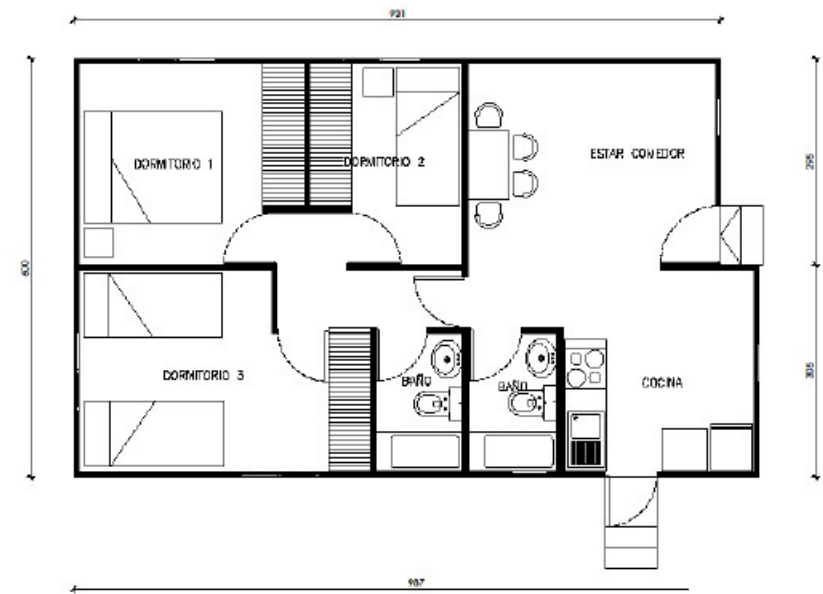
VIVIENDA DE EMERGENCIA PROGRESIVA (VEP) EN CHILE

La vivienda progresiva (VEP) es un concepto que nace el 2017 posterior a la catástrofe de inundaciones costeras en la región de antofagasta, esta propuesta nace como una solución innovadora para las personas afectadas por la catástrofe, el objetivo principal de la propuesta es “reducir los tiempos del proceso de reconstrucción de las viviendas afectadas, restableciendo en una primera etapa condiciones dignas de habitabilidad para las familias damnificadas” (MOP 2017)

La premisa de la vivienda de emergencia progresiva es entregar a las familias un modulo mínimo habitable de 24 M² sobre un radier de 56M² en el cual pueda crecer la vivienda según las necesidades de cada una de estas permitiendo la autoconstrucción y crecimiento planificado de la construcción, se entrega el radier como elemento de resiliencia, ya que si sucede una catástrofe las familias tendrían por lo menos un suelo donde poder empezar a construir nuevamente la vivienda.



Planta vivienda emergencia progresiva sin ampliación, catalogo MOP VEP 2017



Planta vivienda emergencia progresiva ampliada catalogo MOP VEP 2017

La propuesta se enmarca dentro de esta última definición de vivienda mínima en Chile, ya que se plantea una vivienda mínima, con elementos básicos para la habitabilidad, otorgando un espacio para el crecimiento de esta autoconstruido por quienes la habitan. Teniendo la posibilidad de adaptarse a los diferentes modos de vivir y necesidades de cada familia, dando la libertad de ampliarse según el programa que sea requerido. Todo esto sumado a las premisas ya mencionadas de adaptabilidad, resiliencia y consideraciones de materiales y sistema constructivo

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS



Preguntas de investigación:

- ¿Por qué es importante la adaptación de la vivienda frente a eventos de catástrofe de tsunamis o inundaciones en zonas de riesgo en el territorio chileno por sobre la estrategia de re localización o la protección?
- ¿Cómo se debe adaptar la vivienda frente a eventos de catástrofe de tsunamis o inundaciones en zonas de riesgo?
- ¿Cuáles son estos los criterios de adaptación en la construc-

Hipótesis:

Actualmente existen zonas habitables que muestran una alta vulnerabilidad ante inundaciones costeras por marejadas o tsunamis, de las cuales muchas de ellas no pueden por su realidad geográfica o arraigo, re localizarse o transformarse, es en ese caso necesario poder definir criterios de adaptación en la forma arquitectónica (sistema estructural y los elementos que la componen que permitan) y diseñar criterios para una vivienda adaptada, ya que al ser adaptada presentaría un mejor comportamiento y menores daños pudiendo afrontar y dar respuesta ante una situación de catástrofe de tsunami o inundación.

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivo General:

Determinar qué tipología de edificaciones –sistema constructivo- se adapta mejor a las condiciones de inundaciones costeras en la región de Valparaíso.

Objetivos Específicos:

- Conocer criterios de adaptación frente a catástrofes de tsunami o inundaciones costeras
- Determinar estrategias de sistemas constructivos adaptados resistentes en los elementos que lo componen
- Construir prototipo 1:1 de vivienda con un sistema constructivo adaptado, con elementos de resiliencia arquitectónicos y constructivos

Metodología

- **1.Revisión de bibliografía** y casos de estudio nacionales e internacionales donde se presenten estrategias de adaptación, identificando sus elementos de resiliencia, conociendo los criterios de adaptación como afrontan una catástrofe de inundación o tsunami

En esta metodología se realiza visita a terreno a viviendas tsunami resilientes en el sur de Chile, pudiendo ver de primera fuente como son, los elementos que las componen y las estrategias utilizadas para que estas respondan frente a una catástrofe de tsunami e inundación.

Se realiza un catalogo (anexo 1) con proyectos y referentes nacionales estos re dibujando la planimetría de las viviendas para comprender de mejor manera los proyectos se revisan referentes internacionales de viviendas tsunami resilientes

- **2.Generar modelos a escala** de estrategias forma de forma estructural adaptado

Se realizan prototipos en escala 1:10, con dimensiones de 30x30x30 cm con palos de maqueta de 1x1 mm y 2x2mm de estructuras adaptadas. Estas estructuras son probadas en mesa de oscilaciones sísmicas para poder observar y determinar cual sería una forma estructural resistente frente a movimientos oscilatorios

- **3.Construir un prototipo 1:1** de una vivienda adaptada
Se construye un prototipo recogiendo los criterios de adaptación estudiados e integrando las estrategias de sistema constructivo adaptado y probados en modelos, generando una vivienda mínima progresiva, que presente resiliencia en sus materiales y en su forma arquitectónica.

Resultados preliminares y esperados

- **Metodología 1 Resultados preliminares:**

Se realiza un análisis, estudio y levantamiento de casos de estudio tanto nacionales e internacionales. Dentro de los resultados esta la observación de los criterios ahí planteados de viviendas tsunami resilientes. Como estas enfrentan la catástrofe, los elementos que la componen, sistema constructivos y materiales, así poder conocer y tener antecedentes de lo existente tanto en territorio chileno como proyectos internacionales.

Se crea un catalogo de viviendas tsunami resilientes para poder consultar y presentar los casos estudiados y considerados para la investigación

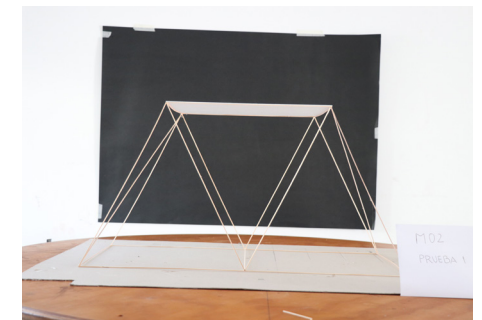
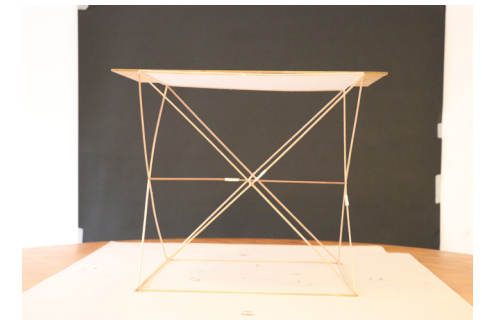
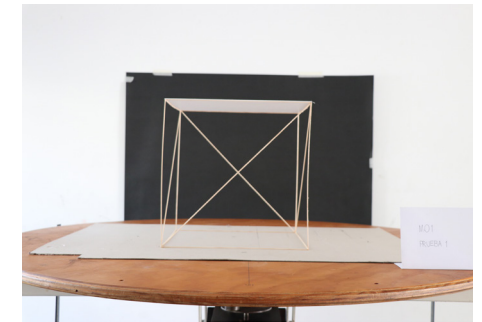
- **Metodología 2 Resultados preliminares:**

Se hacen modelos exploratorios de formas estructurales adaptadas elevadas, para determinar una forma resistente, probando elementos diagonales y verticales en mesa oscilatoria.

Dentro de los resultados obtenidos de las pruebas esta el poder determinar formas estructurales resistentes, la disposición de los elementos presentando menor resistencia los que se diseñan de manera diagonal, triangular y de forma piramidal., Ademas se logran identificar como considerar los elementos para evitar la torcion y presenten menor deformación

- **Metodología 3 Resultados esperados:**

Construir una vivienda adaptada, considerando todos los criterios previamente establecidos en esta tesis, que borde los conceptos desarrollados, se espera como resultado que esta sea capaz de afrontar una catástrofe de tsunami e inundación, construida con materiales low tech, que sea resiliente y pueda ser la mayoría de sus elementos autoconstruidos



fotografías de pruebas de modelos en mesa oscilatoria

SEMESTRE 1

estudio de casos de estudio nacionales e internacionales
integración de revisión bibliográfica

SEMESTRE 2

estudio de casos de estudio nacionales e internacionales
desarrollo de metodología 1, a través de catálogo de viviendas adaptadas

SEMESTRE 3

perfeccionamiento de modelo inicial de vivienda adaptada integrando resultados de modelos

SEMESTRE 4

escritura de tesis

Viaje locales y nacionales para levantamiento de casos de estudio

viajes locales y levantamiento fotografico en terreno

construcción de prototipos integrando resultados de pruebas de modelos

termino construcción de prototipo de vivienda adaptada

identificación del problema desarrollo de hipótesis. desarrollo de marco teórico

desarrollo de metodología 2, creación y prueba de modelos a escalas en mesa oscilatoria

construcción de prototipos de uniones y ensamblajes del sistema

DIAGNOSTICO

EXPERIMENTACION Y VALIDACION

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS

- **Contreras** Gatica, Y. Del C., & Beltrán Benítez, M. (2015). Reconstruir con capacidad de resiliencia: El casco histórico de la ciudad de Constitución y el sitio del desastre del terremoto y tsunami del 27 de febrero 2010. *Revista INVI*, 30(83), 79–115. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582015000100003>
- **Contreras**, M., & Winckler, P. (2013). Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de Febrero de 2010 en la costa central de Chile. *Obras y Proyectos*, 14, 6–19. <https://doi.org/10.4067/s0718-28132013000200001>
- **Igualt**, F. (2017). Assessing the physical vulnerability and posttsunami adaptation in Concón, Chile’s central área. *Aus*, 21, 53–58. <https://doi.org/10.4206/aus.2017.n22-09>
- **Kindelan**, ana armenteros. (2018). Vulnerabilidad Ante D E S a S T R E S N At U R a L E
- **Martínez**, C. (2020). 27F: debemos dejar de “construir” desastres en Chile. 12–13.
- **Sepúlveda-Carmona**, D. (1967). Dimensiones potenciales de los enfoques socio ambientales como plataforma para el co-desarrollo local bajo la variabilidad del cambio climático. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue 465, pp. 106–111).
- **Pérez** Zamorano, Felipe Ignacio (2018). Realidad de las viviendas de emergencia en Chile, Argentina y Brasil (tesis de pre grado). Universidad Mayor, Santiago de Chile
- **Garay** Moena (2015) Viviendas de emergencia: reflexiones a partir de la experiencia del terremoto del 27F, *Revista INVI*, Santiago de Chile
- **Saffery** Gubbins J, Baixas Figueras J, (2013) Emergencia y permanencia: Un caso de investigación aplicada y prototipo, *Revista ARQ*, Santiago de Chile
- **Castro** P, Lee J (2011) Casa + roja, vivienda de emergencia Beijing china, *Revista ARQ Santiago Chile*
- **Franulic** M., 2017. Vivienda de Emergencia: Aplicación en la catástrofe de Copiapó 2015 (Memoria de título). Universidad de Chile. Santiago de Chile
- **Gordillo** F., 2004. Hábitat transitorio y vivienda para emergencia. *Revista de Humanidades Tabula Rasa* 2: 145-166.
- **MOP**, 2014. Guía práctica para la vivienda de emergencia. 10 de octubre 2018, de Ministerio de Obras Públicas
- **Imilan** W, Larenas J, Carrasco G, Rivera S. 2017. ¿Hacia donde va la vivienda en Chile? FAU Universidad de Chile, Santiago de Chile

- **Castro** C,Ibarra I, Lukas M (2015) Disaster risk construction in the progressive consolidation of informal settlements: Iquique and Puerto Montt (Chile) international journal of disaster
- **Beariswyl** Rada S. (2014) resiliencia urbana; aprender a habitar con las amenazas de la naturaleza la experiencia del terremoto y tsunami de 2010 en las costas del bío bío, márgenes. espacio arte y sociedad
- **Laclabree** Arenas S, Olivia Saavedra, (2018) Arquitectura y emergencia: Sistema de evacuación vertical para Iquique, Chile, Arquitecturas del Sur
- **Montaño** Manuel,(2020) lavivienda prefabricada. solucionespara situacionesde emergencia.
- **Ministerio de obras Publicas MOP** (2013). NTM 007- Diseño estructural para edificaciones en áreas de riesgo de inundación por tsunami o seiche
- **Intituto de nomralizacion** (2015). NCH 3363 Diseño estructural - Edificaciones en areas de riesgo de inundacion por tsunami o seiche
- **MOP,** (2014). Guía práctica para la vivienda de emergencia. 10 de octubre 2018, de Ministerio de Obras Públicas
- **Igualt** F, Breuer, Wolfgang Alejandro.(2019). Efectos del cambio climático en la zona urbana turística y costera de Viña del Mar: levantamiento de daños para una inundación por marejadas y percepción de seguridad, Revista 180
- **Igualt** F (2017) Evaluación de vulnerabilidad física y adaptabilidad post-tsunami en Concón, zona central de Chile
- **Temmerman** N. (2012) Transformable structures in architectural engineering

