CONSTRUYE SOLAR

# CONSTRUYE SOLAR: PRIMER CONCURSO DE VIVIENDAS SOCIALES SUSTENTABLES

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
Y LA RUTA SOLAR

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

LA RUTA SOLAR

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.**
***Santiago, enero de 2018***

**Colección:** Monografías y Ensayos

**Título:** Construye Solar: El Primer Concurso de Viviendas Sociales Sustentables

**ISBN:** 978-956-9432-89-7

**Autores:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Minvu y La Ruta Solar

**Editor:** División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional – Ditec, Minvu

**CDU:** 728.3:502.131.1

**Redacción y coordinación editorial:** Paola Valencia, Camila Herrera, Miriam Díaz (Minvu); Natalia Donoso (La Ruta Solar)

**Desarrolladores técnicos:** Natalia Donoso , Rodrigo Lara (La Ruta Solar); Camila Herrera (Minvu)

**Corrección periodística y de estilo:** Miriam Díaz, Jorge Silva (Minvu); Gonzalo Muñoz (independiente)

**Diseño y diagramación:** Carolina Ramírez (Minvu), Gustavo Lazcano (La Ruta Solar)

**Fotografías:** Gustavo Lazcano (La Ruta Solar), Banco de imágenes de La Ruta Solar, Productora Audiovisual CVA y Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

**Impresión:** Editora e imprenta Maval

**Desarrollado por:** Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, Ditec - Minvu; y La Ruta Solar

**Agradecimientos:** Agradecemos el apoyo de la Ilustre Municipalidad de Santiago, que facilitó el uso del Parque O'Higgins de Santiago; de los Ministerios de Energía y Medioambiente; y de la Universidad Técnica Federico Santa María, quien actuó como asesora técnica.

Asimismo, agradecemos la participación de los siguientes colaboradores: Deceuninck, BancoEstado, ENEL, Don Palets, Bosch-Junkers, Sika, Termopanel Smart, Dupont-Tyvek, Aguapur Medición, Europcar, FLUKE, INTRONICA, MCI Electronics, ONDAC, Recupac, TecnoFast, UniSource, Emiliana, CAV, Domme, Disal.

También destacamos el apoyo de: AChEE, Construye 2025, ACERA, ACESOL, ANESCO CHILE, CDT, Colegio de Arquitectos de Chile, Colegio de Ingenieros de Chile, Empresas Eléctricas y Corfo; y de los media partners: Red de medios Mi Voz, con sus sitios: El Martutino, El ConceCuente y El Paradiario 14; Radio Bío Bío; EMB Construcción; La Hora; Muy Interesante; Plataforma Arquitectura; Diario de la Construcción; Sky View Drone.

Nuestro reconocimiento para los equipos participantes y las personas que asistieron al evento de selección y a la segunda Villa Solar de Latinoamérica.

**Bajo licencia Creative Commons:**
Se permite la redistribución de este contenido siempre y cuando: se reconozca al autor de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

# ÍNDICE


| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Introducción 14 | ¿Qué es Construye Solar? 16 | ¿Cómo se gestó? 18 | Los 10 Desafíos 22 | Etapa: Clasificatoria 26 |
| Etapa: Profundización y Desarrollo 30 | Competencia en Villa Solar 33 | Casa S³ 38 | Casa Cebolla 50 | Módulo Tendal 62 |
| Casa Lafken-Che 74 | Casa Willkallpa 86 | Cáscara Habitable 98 | Resultados Finales 104 | Invitados especiales y Expositores 108 |
| Conclusiones 120 | | | | |

1. Autoridades del Minvu y representantes de la organización junto al equipo Taller 1/1 de la Universidad del Desarrollo, sede Concepción, frente a la Casa S[3], vivienda ganadora de Construye Solar 2017.

Nuestro ministerio se ha empeñado en ampliar y diversificar el acceso a la vivienda para todos los habitantes de este territorio, y para ello hemos trabajado en distintos frentes como, por ejemplo, la modificación de los programas habitacionales, el aumento de los recursos, y el mejoramiento de los entornos y localizaciones de los proyectos, solo por mencionar algunas de nuestras acciones.

Asimismo, hemos enfocado los esfuerzos y recursos en el desarrollo de viviendas más accesibles, confortables, eficientes y amigables con el medioambiente, que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas. Por esta razón, y buscando potenciar la dimensión sustentable de nuestras políticas, estamos activando iniciativas que permitan incorporar innovación y tecnologías en la generación de soluciones que contribuyan al ahorro energético y mejoren la habitabilidad de las viviendas.

Para avanzar en estos objetivos, se ha hecho necesario incrementar nuestras posibilidades de desarrollo a través de alianzas con actores del sector que contribuyan a hacer más productivos nuestros esfuerzos ministeriales y a colaborar para que la industria de la construcción, en general, sea más moderna, eficiente y sustentable.

En este marco se ha desarrollado nuestro trabajo conjunto con la ONG La Ruta Solar en la coorganización del concurso Construye Solar, una iniciativa que se alinea plenamente con nuestros objetivos, y que propone un modelo de gestión que requiere creatividad, innovación y trabajo colectivo para el desarrollo de los proyectos, ofreciendo una oportunidad de crecimiento y aprendizaje que representa un valioso incentivo para los profesionales del presente y del mañana.

Después de dos versiones de este certamen, estamos muy motivados en que la experiencia se siga desarrollando, y se proyecte hacia el futuro como un vehículo que impulse nuestra forma de ver la sustentabilidad en la construcción, que está íntimamente ligada con abrir el acceso a mejores condiciones de vida para los sectores más vulnerables, avanzando así en mayor equidad para los habitantes de nuestro país.

**Paulina Saball Astaburuaga**
Ministra de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

2.

2. Evento Primera Piedra; autoridades, organizadores y capitanes de cada equipo.

En las últimas dos décadas, Chile ha logrado importantes avances en política habitacional, haciendo frente al déficit de viviendas que históricamente ha afectado a los sectores más vulnerables de la sociedad. Sin embargo, aún tenemos un desafío importante en lo relativo a calidad, pertinencia, equipamiento y localización de las mismas.

Para abordar estas brechas hemos introducido cambios normativos, herramientas y procedimientos destinados a elevar los estándares constructivos, hacer más estricta la evaluación de los proyectos y mejorar su fiscalización. La idea es que estos cambios se vean reflejados en conjuntos habitacionales y espacios públicos de calidad que expresen la diversidad y posibiliten la integración social.

Asimismo, hemos trabajado para avanzar sostenidamente hacia el concepto de "vivienda adecuada", componente fundamental de un mejor estándar de vida para todos los sectores, pero especialmente, para los más vulnerables. Estas viviendas deben considerar las variables climáticas, culturales, sociales y económicas del entorno donde se sitúan, a la vez que nuestras políticas habitacionales deben incorporar la provisión de los bienes urbanos necesarios para el desarrollo y el bienestar de las familias que los utilizarán.

En este escenario, el concurso Construye Solar, que impulsamos junto a la ONG La Ruta Solar, cobra un valor especial, ya que ofrece la oportunidad para que estudiantes y académicos contribuyan –a través de innovadores diseños y modalidades constructivas que optimizan el uso de recursos, son amigables con el medioambiente y garantizan calidad y durabilidad–, a que la ciudadanía pueda conocer una gran variedad de viviendas y soluciones con un mejor estándar, más eficientes y sustentables que permitan mejorar la calidad de vida, disminuyendo sus consumos y gastos futuros. Asimismo, este certamen ha permitido demostrar que el diseño y construcción de viviendas sociales sustentables es factible.

El proyecto es valioso, además, porque fomenta la investigación científica y el perfeccionamiento profesional en materia de vivienda, concientizando tanto a los futuros profesionales del sector sobre la importancia de incorporar criterios de sustentabilidad en la construcción, como también a la ciudadanía, sobre los beneficios que ofrecen la eficiencia energética e hídrica, el manejo de los residuos y el uso eficiente de los materiales de construcción, entre otros aspectos.

Este libro que presentamos reúne la experiencia recogida en la última versión del concurso, y nos permite revisar nuestro avance y los desafíos que se nos presentan para la materialización de una nueva convocatoria, que reúna a equipos y proyectos que reflejen el espíritu del certamen. Para lograr este objetivo, todos quienes somos parte de esta iniciativa, ya sea desde el sector público, privado o académico, debemos seguir trabajando en conjunto, para contribuir a mejorar progresivamente la calidad de vida de los ciudadanos de nuestro país.

**Jocelyn Figueroa Yousef**
Jefa de la División Técnica de Estudio de Fomento Habitacional
Ministerio de Vivienda y Urbanismo

3.

3. Parte del equipo de La Ruta Solar, junto a participantes del concurso.

La misión de Construye Solar es contribuir al mejoramiento del estándar de la vivienda social de Chile, lo que implica asumir numerosos desafíos de diversa índole. Para enfrentarlos, ha sido necesario convocar a actores relevantes del ámbito de la construcción que aporten su experiencia y puntos de vista.

Para quienes impulsamos esta iniciativa –Minvu y La Ruta Solar– era fundamental la participación de la academia, para contar con el conocimiento técnico que permitiera optimizar los recursos disponibles y proponer nuevos y mejores prototipos de viviendas con consideraciones de sustentabilidad.

Asimismo, contar con el apoyo del sector privado ayudaría a movilizar mayor cantidad de recursos y sumar toda la experiencia disponible para materializar los conceptos e ideas propuestos. Por su parte, el Gobierno aportaría la gestión, la estructura y su experiencia para poder llevar las mejores propuestas a la realidad y transformarlas en alternativas tangibles para las familias que necesitan soluciones que mejoren su estándar de vida. Por último, la participación de la comunidad era fundamental, porque en cada propuesta debían estar reflejadas sus necesidades y anhelos, y su aporte permitiría otorgar mayor pertinencia a las soluciones.

En 2017 se llevó a cabo la segunda versión de la Villa Solar y, junto con ello, celebramos que, con creatividad e innovación, es posible construir soluciones que ayuden a mejorar la vida de los habitantes de este país.

El desafío de este año fue aún más difícil que en 2015. Invitamos a los participantes a desarrollar prototipos de viviendas, no solo sustentables, sino también de carácter social, que esta vez se llevarían a la realidad como solución habitacional para las familias.

El resultado fue muy positivo; ocho universidades de Iquique, Antofagasta, Valparaíso, Santiago, Concepción y Temuco, lo dieron todo por demostrar que sí es posible contar con viviendas sustentables y al alcance de todos.

Como La Ruta Solar nos enorgullecemos de trabajar junto al Minvu en esta convocatoria, que nos ha permitido experimentar el entusiasmo de estudiantes y académicos por responder a nuestro llamado y aceptar el desafío de aportar a mejorar la vivienda social en Chile.

En nombre de La Ruta Solar agradezco a todos quienes se atrevieron a tomar el desafío de Construye Solar, y los invito a seguir creando soluciones que nos lleven a desarrollar viviendas más eficientes, amigables con el medioambiente y accesibles para todas las personas.

**Leandro Valencia Vio**
Director General de La Ruta Solar

4.

5.

6.

7.

4. Casa S$^3$, 1er lugar del concurso / 5. Casa Cebolla, 2do lugar /6. Módulo Tendal, 3er lugar / 7. Casa Lafken-Che, 4to lugar.



**INTRODUCCIÓN**
CONSTRUYE SOLAR

# COLABORACIÓN
del Estado, la academia y el **mundo** privado

# INTRODUCCIÓN

Este libro recopilatorio surge con el objetivo de contar con un documento gráfico y técnico que resuma la experiencia vivida antes y durante el desarrollo de la segunda Villa Solar de Latinoamérica, como parte de la iniciativa Construye Solar 2017, impulsada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) y La Ruta Solar, a través de un convenio de colaboración.

El texto describe el concurso Construye Solar, sus objetivos y etapas de desarrollo. Proporciona también detalles de cada propuesta de vivienda social sustentable que se edificó en la Villa Solar, y los resultados obtenidos por los prototipos que participaron en calidad de competidores.

Además, incluye antecedentes sobre la participación de los equipos en calidad de invitados especiales y expositores, que también desarrollaron y exhibieron propuestas de vivienda.

Junto con mostrar los resultados de la competencia, este libro describe los procesos previos al evento, el trabajo de los equipos y el apoyo de los especialistas que colaboran en el desarrollo de esta iniciativa.

Este documento busca reflejar el trabajo conjunto realizado por el Estado, el mundo privado y la academia, que hizo posible el diseño y construcción de innovadoras propuestas de viviendas sociales, aplicando criterios de sustentabilidad, en la segunda edición de Construye Solar.

Queremos finalmente compartir la experiencia, el conocimiento y las nuevas creaciones innovadoras que se han generado en las propuestas de cada equipo, con el fin de estimular a las mentes creadoras del país y así continuar este recorrido por el descubrimiento de nuevas soluciones que nos permitan avanzar por el camino de la sustentabilidad en la construcción.

8. Construcción de Casa Lafken-Che, equipo Wallmapu, Universidad Mayor de Temuco.

# ¿QUÉ ES CONSTRUYE SOLAR?

Construye Solar es un desafío que invita a universidades de Chile (y otros lugares del mundo) a diseñar y construir prototipos de vivienda social sustentable, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de este tipo de edificaciones y cambiar la percepción de la comunidad frente a la vivienda social de Chile.

La competencia contempla que equipos universitarios construyan propuestas de casas a escala real y las exhiban durante diez días en el evento denominado Villa Solar, que tanto en su primera versión (en 2015), como en la segunda (desarrollada en 2017), se llevó a cabo en el Parque O'Higgins de Santiago.

El foco del concurso realizado en 2017 fue la vivienda social sustentable. En este marco, se entiende por vivienda social sustentable una solución habitacional que tiene un costo en mano de obra, materiales y elementos de construcción de $300.000/m2, implicando un total de $21.000.000 como máximo, lo que para una casa de 50 m2 equivale a aproximadamente 625 UF.

Estos lineamientos presentan la posibilidad de que los prototipos desarrollados en esta versión puedan ser presentados como soluciones de vivienda accesibles con los fondos entregados por el programa habitacional Fondo Solidario de Elección de Vivienda (FSEV), regulado por el D.S. N° 49 (V. y U.), de 2011 , y por el Programa de Habitabilidad Rural, regulado por el D.S. N° 10 (V. y U.), de 2015.

Mediante el desarrollo de viviendas sociales sustentables, Construye Solar busca poner al alcance de la ciudadanía soluciones asociadas a la construcción sustentable, ya sea en lo espacial, material o tecnológico, con el objetivo de aportar al mejoramiento de la calidad de vida, especialmente de las familias más vulnerables.

La segunda versión de este concurso, desarrollado en 2017, se extendió por 16 meses, dividiéndose en tres fases: Clasificatoria, en la cual los equipos presentaron su propuesta conceptual; Profundización y Desarrollo, en la que los equipos desarrollaron técnicamente su vivienda; y Montaje, correspondiente a la construcción y exhibición de las casas abiertas a toda la comunidad, conformando la Villa Solar.

Las viviendas se concibieron contemplando procesos constructivos sustentables, amigables con el medioambiente, con un diseño que debía considerar estrategias pasivas como pilar fundamental, con el fin de reducir el consumo energético durante la operación de las casas, siendo más eficientes. El uso de energía debía sustentarse principalmente en fuentes renovables no convencionales (ERNC).

## OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar soluciones habitacionales sustentables que contribuyan a mejorar la calidad de las viviendas sociales de Chile.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Alinear el trabajo de distintos sectores: el Estado, sector privado, mundo académico y comunidad, para que en conjunto contribuyan a mejorar la calidad de la vivienda social del país.
- Convocar a universidades chilenas y extranjeras para que desarrollen prototipos innovadores, que ofrezcan soluciones factibles de replicar como vivienda social en el país.
- Promover el desarrollo de prototipos de viviendas sociales que respondan a problemáticas particulares, por medio de estrategias sustentables.
- Difundir entre la ciudadanía los conceptos de sustentabilidad en la construcción a través de la exhibición de propuestas de viviendas sociales sustentables.



## ALCANCES DEL CONCURSO EN SU SEGUNDA VERSIÓN:

- 15 equipos inscritos.
- 6 regiones participantes: I Región de Tarapacá, II Región de Antofagasta, V Región de Valparaíso, VIII Región del Biobío, Región Metropolitana, IX Región de La Araucanía.
- Participación de un equipo extranjero proveniente de España, compuesto por estudiantes y académicos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, quienes fueron parte del concurso hasta la etapa clasificatoria.
- Más de 200 especialistas inscritos.
- 8 viviendas sociales sustentables construidas, exhibidas en la Villa Solar.
- Segunda exposición de viviendas sociales sustentables, denominada Villa Solar, abierta a toda la comunidad.

9.

10.

9. Vista aérea de la Villa Solar 2017 / 10. Participantes y coordinadoras de taller de educación sustentable, realizado por La Ruta Solar. Atrás, Casa Willkallpa.

# ¿CÓMO SE GESTÓ EL PROYECTO?

En los últimos años, nuestro país ha experimentado avances en materia de sustentabilidad en la construcción, implementando diversas iniciativas vinculadas, especialmente, al uso eficiente de la energía en el desarrollo y operación de las edificaciones.

En relación con lo anterior, el Gobierno ha ejecutado una serie de acciones relacionadas a la agenda energética y medioambiental, que responden al gran compromiso asumido por esta administración para que al año 2025 disminuya en un 20 % el consumo energético del país, y un 20 % de la energía generada corresponda a fuentes renovables no convencionales. Por otro lado, se busca reducir en un 20 % las emisiones de gases de efecto invernadero, en lo proyectado a 2020, por lo que se están desarrollando e implementando Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) en distintas zonas saturadas del país.

La Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable del Ministerio de Vivienda y Urbanismo es la encargada de liderar las acciones tendientes a incorporar variables de sustentabilidad en la construcción. En ese contexto, uno de los desafíos del Minvu ha sido estandarizar los criterios sustentables para la construcción de viviendas y su entorno, a través de documentos de referencia en dichas materias, con una mirada integral para obtener mayor eficiencia energética y confort, y mejores condiciones de habitabilidad para las familias, en todas las escalas.

En función de lo anterior, y con el objetivo de poner en práctica la incorporación de medidas de sustentabilidad en los programas habitacionales, el Minvu, junto a La Ruta Solar, generaron un modelo experimental de trabajo para la realización del primer concurso de viviendas sociales sustentables de Latinoamérica: Construye Solar, por medio de una alianza público-privada, que incorpora, además, a la academia como un actor clave para su éxito.

11.

12.

13.

11. Evento Inauguración: corte de cinta con la ministra de Vivienda y Urbanismo, Paulina Saball / 12. Evento Primera Piedra: autoridades con los representantes de la Universidad Arturo Prat / 13. Equipo Hare Paenga de la Universidad de Valparaíso, en etapa de montaje.

14. Construcción de Casa Willkallpa, equipo FIA UNAP, Universidad Arturo Prat. Instalación de bloques Pirqawaya.

**DESARROLLO**
DEL CONCURSO

# EL DESAFÍO

para generar nuevos **diseños** y **construcciones**

# LOS 10
## DESAFÍOS

Los equipos participantes de Construye Solar 2017 debieron diseñar, construir y operar prototipos de viviendas sociales sustentables, los que fueron calificados a través de diez pruebas individuales.

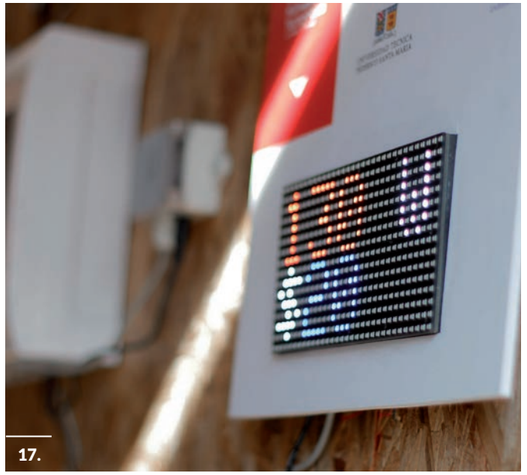
Los proyectos se evaluaron en sus distintas etapas de desarrollo, desde los primeros lineamientos de diseño, hasta eventos decisivos, como la clasificación y la exhibición de los prototipos. Para ello se conformó una mesa asesora, compuesta por profesionales de distintas disciplinas con experiencia en materias de sustentabilidad, eficiencia energética, construcción y comunicaciones, entre otros.

Durante la Villa Solar se asignó puntaje a cada vivienda por cada una de las diez pruebas, donde cada proyecto destacó según sus fortalezas. La propuesta de vivienda social sustentable que obtuvo el mayor puntaje general, se adjudicó el primer lugar del concurso.

15.

15. Equipo Taller 1/1, Universidad del Desarrollo sede Concepción, ganador de Construye Solar 2017. La ministra de Vivienda y Urbanismo, Paulina Saball, entrega el galardón al primer lugar en la ceremonia final de premiación.

16.


17.

18.

19.

16. Cena en casa S$^3$: parte de las “Tareas de la Competencia” / 17. Tablero de consumo de energía de la vivienda, instalado por equipo FENIX /
18. Tarea de la competencia “Uso del horno”, en Casa Cebolla / 19. Jurado de Prueba 2: Ingeniería y Construcción, deliberando en Casa Lafken-Che, junto al equipo Wallmapu.

# LOS 10 **DESAFÍOS**

### **EFICIENCIA** ENERGÉTICA

Analiza el diseño de los diferentes sistemas ERNC, la reducción en el consumo de energía, la funcionalidad y eficiencia de todos los componentes de la casa.

### **USO** DEL AGUA

Mide el consumo y las estrategias de ahorro y reutilización de agua y el diseño de los sistemas de alcantarillado y agua potable.

### **SUSTENTABILIDAD**

Evaluar la sensibilidad ambiental del proyecto, los materiales utilizados, además de las consideraciones del diseño que puede llevar a disminuir los residuos sólidos o líquidos durante el uso de la vivienda y al final de su ciclo de vida.



### **ARQUITECTURA**

Evalua la coherencia del diseño, la flexibilidad del espacio, la integración de tecnologías a la arquitectura y la incorporación de estratégias bioclimáticas en la vivienda.

### **INGENIERÍA** Y CONSTRUCCIÓN

Evalua el sistema constructivo, el diseño estructural, la funcionalidad del sistema eléctrico, el diseño de los sistemas solares y la integración adecuada de estos con el proyecto.

### **FUNCIONAMIENTO** DE LA VIVIENDA

Examina la funcionalidad de la casa y la eficiencia de los electrodomésticos utilizados.

### **BIENESTAR** Y COMODIDAD

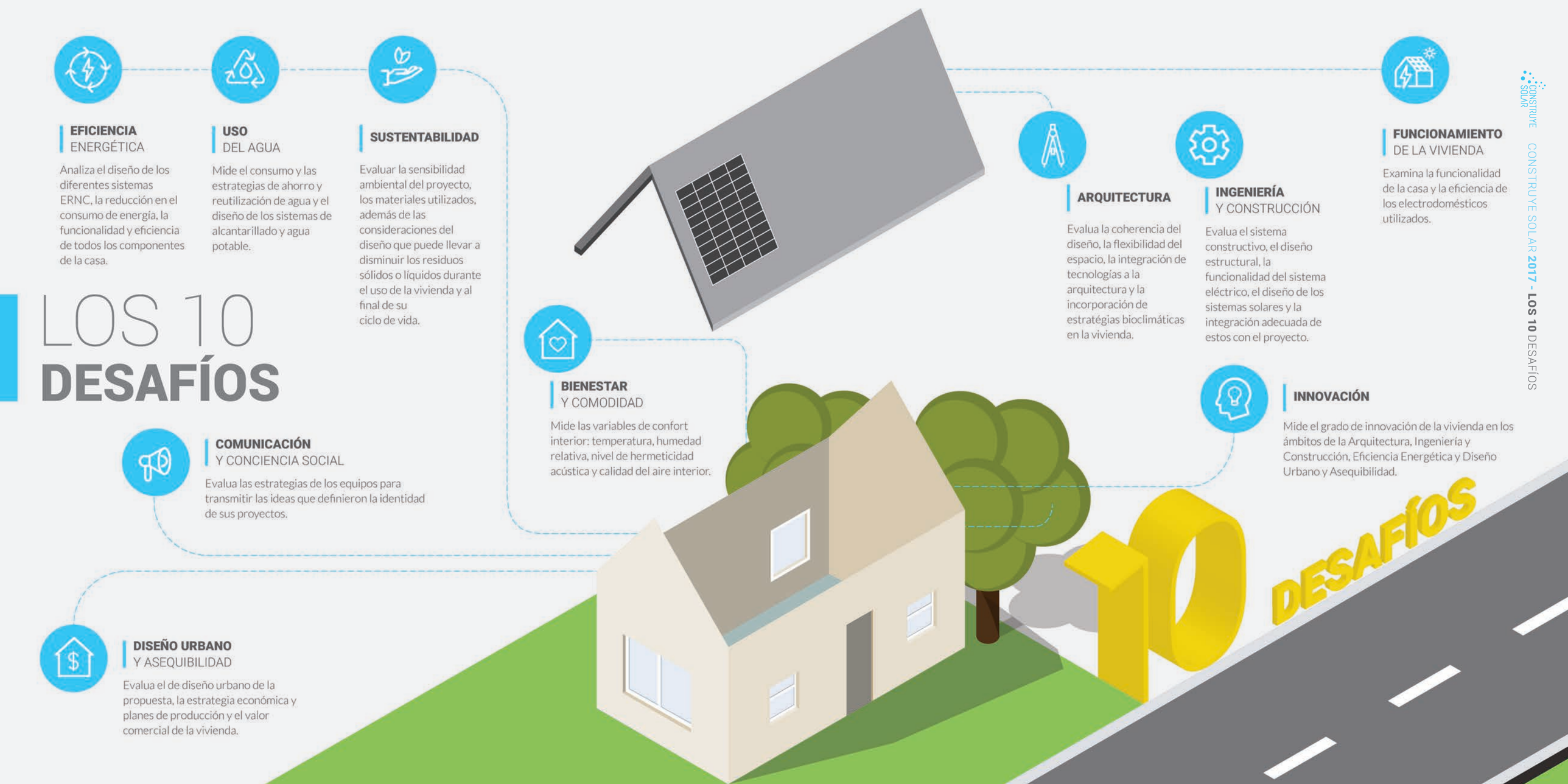
Mide las variables de confort interior: temperatura, humedad relativa, nivel de hermeticidad acústica y calidad del aire interior.

### **INNOVACIÓN**

Mide el grado de innovación de la vivienda en los ámbitos de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, Eficiencia Energética y Diseño Urbano y Asequibilidad.

### **COMUNICACIÓN** Y CONCIENCIA SOCIAL

Evalua las estrategias de los equipos para transmitir las ideas que definieron la identidad de sus proyectos.




### **DISEÑO URBANO** Y ASEQUIBILIDAD

Evalua el de diseño urbano de la propuesta, la estrategia económica y planes de producción y el valor comercial de la vivienda.

# ETAPA
## CLASIFICATORIA

Durante la etapa clasificatoria se definieron los equipos que participarían en el concurso y podrían exhibir sus prototipos de vivienda en la Villa Solar.

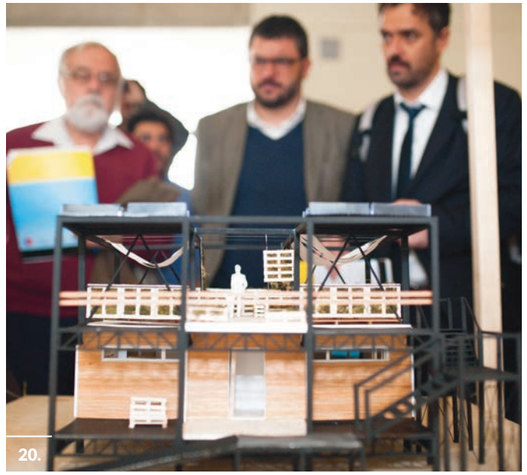
La convocatoria se abrió en octubre de 2015, dirigida a universidades y otras instituciones de educación superior, las cuales tenían la posibilidad de generar alianzas con instituciones y actores de la industria, tanto nacionales como extranjeros. A este llamado respondieron quince equipos universitarios provenientes de distintas regiones del país más una universidad española, quienes debieron desarrollar el argumento teórico de su vivienda sustentable (incluyendo un informe financiero) y representarlo en una maqueta a escala.

En esta segunda versión de Construye Solar, trece equipos llegaron al cierre de la etapa clasificatoria, pasando por las instancias de evaluación contempladas en el desafío, de los cuales doce participaron en calidad competitiva y uno como expositor.

Entre el 3 y 4 de agosto de 2016, en el Centro Cultural Palacio de La Moneda, los equipos presentaron sus propuestas de viviendas sociales sustentables. En esta instancia, diez clasificaron para montar sus viviendas en la Villa Solar.

## 1. LOS 10 CLASIFICADOS:

1. **Casa S³**
   Universidad del Desarrollo - Sede Concepción
2. **Casa Cebolla**
   Universidad de Chile
3. **Módulo Tendal**
   Universidad Central
4. **Casa Corredor**
   Universidad San Sebastián
5. **Casa Lafken-Che**
   Universidad Mayor - Sede Temuco
6. **Casa Cluster 02**
   Universidad de Concepción
7. **Casa Willkallpa**
   Universidad Arturo Prat
8. **Casa Temperie**
   Universidad de Santiago de Chile
9. **Cáscara Habitable**
   Universidad Católica del Norte
10. **Casa Vive 60**
    Universidad Tecnológica Metropolitana


20.

21.

22.

20. Presentación del equipo RUBIK, muestra de maqueta del Módulo Tendal ante el jurado en evento de Selección / 21. Presentación del equipo FAU UChile, muestra de maqueta de la Casa Cebolla ante el jurado en evento de Selección / 22. Muestra de maquetas en el Centro Cultural Palacio La Moneda.

## 2. INVITADOS ESPECIALES

Dos de los equipos que no clasificaron para seguir en competencia, quedaron en calidad de "invitados especiales", lo cual les permitía construir y exponer sus proyectos al público en el Parque O'Higgins.

1. **Casa Aura**
   Universidad de Sevilla
2. **Casa Fractal**
   Universidad de Las Américas + Oficina de Arquitectura Trascendent Efficient Architecture

## 3. EQUIPO EXPOSITOR

Otra categoría de proyectos que estuvo en la Villa Solar fue la de "equipo expositor", correspondiente a uno que diseña, construye y pone en exhibición su propuesta de vivienda, dentro del marco del concurso pero fuera de competencia.

En la segunda versión participó un solo equipo expositor, cuyo proyecto abordó como problemática la vivienda social en Isla de Pascua, considerando las costumbres y tradiciones de sus habitantes; de ahí proviene la conceptualización y nombre de su obra:

1. **Casa Hare Taupea**
   Universidad de Valparaíso

## EL JURADO

Cada equipo realizó la defensa de su proyecto ante un comité de jueces, compuesto por los siguientes expertos:

- **Nina Hormazábal:** Arquitecta, encargada del Área Bioclimática del Departamento de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María, PhD University of Nottingham, UK, y March University of California - Berkeley, EE.UU. Lideró el proyecto Casa FENIX UTFSM, el primer equipo chileno en competir en Solar Decathlon Europa.
- **Pablo Sills:** Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, master en Ciencias de Energías Renovables y Arquitectura de la Universidad de Nottingham y académico asesor miembro del equipo Casa FENIX UTFSM.
- **Gustavo Lagos**: Ingeniero civil eléctrico de la Universidad de Concepción, gerente técnico de Heavenward Ascensores y presidente de la Asociación Gremial de Transporte Vertical. Fue director de la División de Ingeniería de Electricidad de la SEC, y ha colaborado activamente como asesor de La Ruta Solar.
- **Juan Pablo Yumha:** Arquitecto de la Universidad Mayor, con vasto estudio en bioclimática y sostenibilidad urbana. Durante el desarrollo de Construye Solar 2015 y 2017 se desempeñó como secretario ejecutivo de Construcción Sustentable en el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- **Alberto Texido:** Arquitecto y académico de la Universidad de Chile y doctor en Arquitectura y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente es editor de Plataforma Urbana y vicepresidente del Colegio de Arquitectos de Chile.
- **Roberto Román:** Ingeniero civil mecánico de la Universidad de Chile, especialista en Energías Renovables y Energía Solar. Socio y director de International Solar Energy Society y fundador de Eco Maipo.
- **Cecilia Pino:** Ingeniera civil industrial de la Universidad de Chile, coordinadora de gestión de la División de Participación y Diálogo Social del Ministerio de Energía.
- **Mario Orellana:** Dirigente social y coordinador de comunidades de Socialab. Ha trabajado de manera conjunta, desde la opinión de las bases, con proyectos emblemáticos de viviendas sociales como el desarrollado por Elemental en Renca.
- **Manuel Cartes:** Ingeniero civil industrial de la Pontificia Universidad Católica de Chile y master of Philosophy, Technology Policy, University of Cambridge. Fue coordinador de proyectos estratégicos en InnovaChile y actualmente se desempeña como subdirector de Innovación Empresarial en Corfo.
- **Alejandro Gutiérrez:** Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile y MSc City Design and Social Science, The London School of Economics and Political Science. Fue director del Departamento de Estudios Urbanos de la escuela de Arquitectura de la Universidad Católica, y en la actualidad es director ejecutivo de CREO Antofagasta y presidente ejecutivo del Programa de Productividad y Construcción Sustentable.
- **José Miguel Arriaza:** Seremi de Energía de la Región Metropolitana, ingeniero en Recursos Naturales Renovables y Magister en Gestión y Políticas Públicas de la Universidad de Chile, con especialización en Energías Renovables. Lleva más de siete años trabajando en el desarrollo de políticas públicas y programas relacionados con energía y energías renovables.
- **Patricio Feres:** Ingeniero civil industrial de la Pontificia Universidad Católica de Chile y master en Economía de la Universidad de Cambridge, con una amplia experiencia de consultorías en las áreas de innovación tecnológica y planificación estratégica. Actualmente se desempeña como gerente de innovación en Corfo.

23. Jurado del evento de selección junto a organizadores de La Ruta Solar.

# ETAPA
## PROFUNDIZACIÓN Y DESARROLLO

En esta fase los equipos seleccionados elaboraron técnicamente su proyecto, de acuerdo a los diez criterios de la competencia. Este proceso fue acompañado por la Mesa Asesora de Construye Solar 2017, quien revisó las cuatro entregas realizadas por los equipos, las cuales tenían por objetivo dar cuenta del avance del proyecto en tres aspectos fundamentales: profundización y desarrollo de los diez aspectos de la competencia, financiamiento del proyecto y construcción del prototipo. Durante este período, se realizaron tres instancias de apoyo a los equipos:

## WORKSHOP VALPARAÍSO

El 12 de octubre de 2016 se efectuó el *workshop* denominado "Eficiencia Energética en la Construcción Sustentable", en dependencias de la Universidad Técnica Federico Santa María, en Valparaíso.

Se realizaron ponencias que abordaron contenidos de eficiencia energética, con el objetivo de acercar a los equipos participantes a estos conceptos y facilitar la inclusión de los mismos en sus proyectos. Los expositores y las temáticas fueron las siguientes:

- **David Cabieles, Agencia Chilena de Eficiencia Energética:** "Diseño Integrado de Proyectos".
- **Romina Araya, Servicio de Vivienda y Urbanización – Región de Valparaíso:** "Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile (CEV)".
- **Felipe Guerrero y Cristián Granadino, BOSCH:** "Termotecnología, soluciones eficientes".
- **Pablo Pulgar, Ministerio de Vivienda y Urbanismo:** "Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable".
- **Sebastián Rojas y Pablo Sills, Equipo FENIX:** "Proyecto Casa FENIX, experiencia Solar Decathlon Europe 2014".
- **Andrés Contreras, Venergía:** "Energía solar fotovoltaica".

Los equipos también participaron de un taller organizado en conjunto con el equipo FENIX y el Laboratorio de Energías Renovables de la UTFSM, en el que pudieron visitar el "Prototipo Interactivo del Proyecto Casa FENIX", diseñado por dicha universidad como una segunda versión de la vivienda creada para participar en el concurso Solar Decathlon Europe en Francia, el año 2014.

El prototipo "...busca entregar a la comunidad conceptos prácticos sobre la sostenibilidad energética de las viviendas, convirtiéndose de esta manera en una vitrina estratégica de divulgación mediante la experiencia participativa", señaló Nina Hormazábal, académica del Departamento de Arquitectura de la UTFSM y directora de la Iniciativa FENIX.

Lo anterior permitió a los equipos conocer un proyecto de referencia a escala real, que materializaba una solución de vivienda de emergencia sustentable, considerando estrategias de eficiencia energética y construcción progresiva.



## WORKSHOP CONCEPCIÓN

El 29 de noviembre de 2016 se realizó, en la cuidad de Concepción, un segundo *workshop*, enfocado en la prefabricación y modularización. Estos contenidos estaban directamente relacionados con las etapas de diseño y desarrollo de los proyectos participantes, los que requerían implementar estrategias de construcción modular, con materiales y elementos fabricados en serie, montados en el lugar de la obra, con el objetivo de facilitar el transporte y una construcción eficiente, para concretar el prototipo en tan solo diez días.

Las charlas contaron con los siguientes expositores y temáticas:

- **Arturo Torres:** "Coordinación modular en edificación y experiencia de prototipo M7 URO1".
- **Alberto Edwards - Crulam:** "Construyendo con visión de futuro".
- **Alejandro Chanes - Deceuninck:** Presentación como auspiciador de Construye Solar y los productos que podrían encontrar a su disposición los equipos participantes.
- **Cristian Valladares y Pablo Pinares:** "Experiencia Solar Cluster en Villa Solar 2015".

Además, se realizó un taller para los equipos, en el que pudieron corregir sus proyectos con especialistas en prefabricación, y estudiar la metodología y planificación consideradas para el montaje de sus viviendas. Esta instancia permitió prever las dificultades que podrían presentarse en la Villa Solar y plantear estrategias de acuerdo con la tipología de cada propuesta.

## MEET UP CON AUSPICIADORES

Durante los meses previos a la instalación en la Villa Solar, se realizaron reuniones entre los equipos y auspiciadores dispuestos a apoyar la construcción de algún prototipo de vivienda. Entre otros, se contó con la participación de:

- Junkers - Bosch
- Deceuninck
- Dupont
- SIKA

24.

25.

24. Prototipo Interactivo Casa FENIX / 25. Taller para equipos en Concepción.

# DESARROLLO
## DE LA VILLA SOLAR

Luego del evento de selección, de los diez equipos que clasificaron para continuar con la etapa de desarrollo y construcción del prototipo, seis lograron llegar a la Villa Solar en calidad competitiva:

- "Taller 1/1" de la Universidad del Desarrollo
- "FIA-UNAP" de la Universidad Arturo Prat
- "FAU UCHILE" de la Universidad de Chile
- "Wallmapu" de la Universidad Mayor
- "Grupo 33" de la Universidad Católica del Norte
- "Rubik" de la Universidad Central de Chile

En esta instancia participaron también el equipo expositor "Hare Paenga" de la Universidad de Valparaíso y como invitado especial, el equipo "UDLA + T.E.A." de la Universidad de las Américas junto a la oficina de arquitectura Tracendent Efficient Architecture.

Los equipos tuvieron la posibilidad de ingresar al parque O'Higgins a partir del 12 de abril, para hacer el reconocimiento del terreno y realizar labores de descarga. El 13 de abril se dio inicio a la etapa de montaje de las viviendas en la Villa Solar.

## EL EVENTO

La Villa Solar contempló diversos hitos que congregaron tanto a autoridades y especialistas como a público general. Los más importantes fueron:

### PRIMERA PIEDRA

Este evento se realizó el 21 de abril y contó con la participación de los equipos en competencia, representantes de las empresas participantes y autoridades del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

### INAUGURACIÓN Y APERTURA AL PÚBLICO

Alrededor de cuatrocientas personas asistieron el día 28 de abril a la ceremonia de apertura de la Villa Solar, actividad que encabezó la ministra de Vivienda y Urbanismo, Paulina Saball, junto al ministro de Medio Ambiente, Marcelo Mena, equipos y sus autoridades, miembros de las diversas empresas auspiciadoras y colaboradoras del evento.

Durante los diez días de la Villa Solar, se desarrollaron distintas actividades para toda la familia y los especialistas interesados en temáticas de eficiencia energética y sustentabilidad, tales como:

- Día del Especialista ¿Cómo construir una ciudad sustentable?
- Conversatorio "Mejora tu vivienda"
- Talleres: Solar, Tetrapunk y ENEL
- Teatro sustentable
- Ecocinema
- Baile entretenido Teletón
- Show de música
- Yoga

### PREMIACIÓN FINAL

El evento de clausura de la competencia contó con la participación de la ministra de Vivienda y Urbanismo, Paulina Saball, y las principales autoridades y actores que participaron en Construye Solar 2017.

En la oportunidad se premió a los ganadores de las pruebas de Eficiencia energética, Bienestar y comodidad, Funcionamiento de la Vivienda, Uso del agua y al equipo ganador del concurso.



## ¿EN QUÉ CONSISTIÓ LA COMPETENCIA?

Los proyectos en competencia fueron desafiados mediante tres modalidades de evaluación:

1. Pruebas juradas
2. Pruebas medidas
3. Pruebas mixtas

### PRUEBAS JURADAS

Esta evaluación se realizó con un comité de jueces seleccionado para cada una de las ocho pruebas juradas, que consistieron en una exposición de diez minutos por parte de dos integrantes de cada equipo para explicar el proyecto según la temática correspondiente, además de cinco minutos de preguntas del jurado y cinco minutos para recorrer el prototipo.

### PRUEBA 1 | ARQUITECTURA, JURADO:

- **Nina Hormazábal:** (véase pág 28).
- **Enrique Browne:** Arquitecto y magister en Desarrollo Urbano de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Premio Nacional de Arquitectura año 2010.
- **Jorge Olazabal:** Arquitecto, creador y dueño de la empresa constructora Oma Arquitectos, especializada en proyectos de vivienda social, algunos concretados en la ciudad de Valparaíso.

### PRUEBA 2 | INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, JURADO:

- **Arturo Torres:** Arquitecto, director de Postgrados de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Finis Terrae. Con conocimiento en prefabricación, realiza investigación experimental interdisciplinaria en ámbitos de desarrollo sostenible, creación de materiales y sistemas constructivos de bajo impacto ambiental, principalmente en uso edificatorio de madera y otras fibras vegetales, ámbito en cual se ha ganado

26.

26. Atrás: jurado Prueba 7: Comunicación y Conciencia Social. Adelante: jurado Prueba 10: Sustentabilidad, junto a Federico Barrientos, voluntario de Construye Solar 2017.

proyectos de investigación Conicyt para la transferencia de proyectos de título a tecnologías edificatorias.

- **Edwin Rodríguez:** Arquitecto, integrante del comité organizador del Solar Decathlon Europe desde 2008 y director de Solar Decathlon Middle East 2018.
- **Werner Baier:** Constructor civil, integrante del directorio de Fundación Araucanía Verde, consultor en Eficiencia Energética, Construcción y Tecnología en Temuco.

**PRUEBA 7 |** COMUNICACIÓN Y CONCIENCIA SOCIAL, JURADO:
- **Francisco Díaz:** Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile, editor general de ARQ Libros de Editorial ARQ.
- **Nicolás Valencia:** Arquitecto independiente de la Universidad de Chile, editor de contenidos ArchDaily en español.
- **Alexis López:** Periodista, Universidad de Los Andes, director en Rutas de Nuestra Geografía Sagrada, Bio Bio TV - CNN Chile.

**PRUEBA 8 |** DISEÑO URBANO Y ASEQUIBILIDAD, JURADO:
- **Víctor Sereño:** Arquitecto de la Universidad de Chile, director del Colegio de Arquitectos, Delegación Valparaíso.
- **Teodoro Fernández:** Arquitecto y paisajista de la Universidad Católica de Chile, Premio Nacional de Arquitectura año 2014.

**PRUEBA 9 |** INNOVACIÓN, JURADO:
- **Nina Hormazábal, Enrique Browne, Jorge Olazabal, Arturo Torres, Edwin Rodríguez, Werner Baier, Marcos Brito, Daniel Gómez, Diego Lizana, Víctor Sereño y Teodoro Fernández.**

**PRUEBA 10 |** SUSTENTABILIDAD, JURADO:
- **Javier del Río:** Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica, especialista en Sustentabilidad.
- **Diego Pérez:** Ingeniero ambiental de la Universidad de Valparaíso, jefe del Departamento de Calefacción Sustentable del Ministerio de Medio Ambiente.
- **Edwin Rodríguez:** (véase pág. 34).

## PRUEBAS MEDIDAS

Esta evaluación consistió en la medición del desempeño y uso de las viviendas, buscando identificar la propuesta que utilizara de manera más eficiente los recursos, manteniendo buenos estándares de confort y bienestar al interior de la vivienda.

Esta evaluación fue dirigida por el equipo FENIX de la Universidad Técnica Federico Santa María, aliado técnico que se encargó de monitorear y medir los prototipos en competencia.

En conjunto con Unisource Ingeniería instalaron un sistema de medición en cada uno de los prototipos participantes, lo que permitió evaluar la aplicación de las estrategias concebidas en la etapa de diseño de los proyectos y obtener conclusiones respecto de las soluciones y materiales implementados.

EQUIPO FENIX
- **Alejandra Carrasco:** Arquitecta, Universidad Técnica Federico Santa María.
- **Pía Gorostiaga:** Ingeniera ambiental, Universidad de Valparaíso.
- **Nina Hormazábal:** (véase pág 28).
- **Olga Orrego:** Diseñadora Gráfica, DuocUC, sede Viña del Mar.
- **Sebastián Rojas:** Arquitecto de la Universidad Técnica Federico Santa María.
- **Pablo Sills:** (véase pág 28).

**PRUEBA 5 |** BIENESTAR Y COMODIDAD:

Uno de los desafíos del concurso fue proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes de la vivienda, lo que se logra manteniendo buenos estándares de confort higrotérmico y calidad del aire.

Los niveles óptimos considerados para la competencia, estipulados en las bases del concurso, son los siguientes:

1. Temperatura:
   - **Día: 19° < = T° < = 23 °C**
   - **Noche: 18° < = T° < = 22 °C**
2. Humedad relativa:
   - **40 % <= HR < = 60°**
3. Calidad del aire:
   - **800 < = $CO_2$ < =1200 ppm**



Estas variables se midieron a través de la instalación de sensores en dos recintos de la vivienda: el dormitorio principal y la sala de estar. Ambos espacios fueron monitoreados durante los días de competencia en la Villa Solar.

Además, se realizó una medición puntual de desempeño acústico, buscando identificar al equipo que lograra disminuir en mayor grado los decibeles interiores, dentro de rangos de ruido aceptables en la normativa acústica chilena vigente, obteniendo el puntaje máximo para esta prueba.

Dicha evaluación fue realizada por dos profesionales del Ministerio del Medio Ambiente:
- **Víctor Lobos:** Ingeniero acústico, Sección Ruido del Departamento de Normas y Políticas, División de Calidad del Aire y Cambio Climático.
- **Igor Valdebenito Ojeda:** Jefe del Departamento de Ruido, Lumínica y Olores de la División Calidad del Aire y Cambio Climático.

**PRUEBA 6 |** FUNCIONAMIENTO DE LA VIVIENDA:

Esta categoría tuvo como objetivo evaluar el manejo del hogar y el correcto funcionamiento de los electrodomésticos, seleccionados por el equipo y su aporte al funcionamiento de la vivienda, considerando los estándares actuales de eficiencia energética. Para ello, se instalaron sensores de temperatura en los artefactos utilizados en las seis tareas que se realizaron durante los días de competencia, consistentes en quehaceres cotidianos del hogar. En cada una de las tareas los artefactos debían mantener una temperatura óptima, de acuerdo a su función:

1. Refrigeración:
   - **2 °C < = T° < = 6 °C**
2. Congelación
   - **-20 °C < =T° < = -15 °C**
3. Lavado de ropa
   - **T° > = 43 °C**
4. Uso del horno
   - **T° > = 220 °C**
5. Agua caliente
   - **T° > = 40 °C**
6. Cocinar
   - **Agua evaporada = 2,5 l**
7. Realización de dos cenas
   - **En esta tarea se debían mantener los rangos óptimos de temperatura, humedad relativa y calidad del aire.**

## PRUEBAS MIXTAS

Estas pruebas consideraron una evaluación jurada y otra medida.

**PRUEBA 3 |** USO DEL AGUA:

El fin de esta prueba fue contabilizar y comparar el consumo de agua entre las viviendas en competencia, detectando el uso eficiente y ahorro en la aplicación del recurso, ya sea por tratamiento de aguas grises y su reutilización; la instalación de artefactos eficientes, buenas prácticas en el hogar o por estrategias para la captación de aguas lluvias, que permitían cierta independencia de la red de abastecimiento de agua potable. El instrumento utilizado fue un sensor instalado a la salida del estanque de agua, que midió en metros cúbicos la cantidad de agua consumida.

Los profesionales que calificaron la variable jurada de esta prueba fueron los siguientes:
- **Bonifacio Fernández:** Master of Science Colorado State University y Ph.D., Colorado State University. Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, en la cual es profesor titular de Ingeniería Hidráulica desde 1991. También se desempeñó como jefe del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental y director de Desarrollo de la Escuela de Ingeniería.
- **Mauricio Lama:** Arquitecto & MSc en Energía Renovable y Arquitectura. University of Nottingham, Inglaterra. Profesor e investigador de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**PRUEBA 4 |** EFICIENCIA ENERGÉTICA:

La eficiencia energética se refiere, en este concurso, al grado de autosuficiencia de las viviendas, lograda mediante la excelencia en el diseño de sistemas de energías renovables no convencionales y el uso consiente y eficiente de la energía utilizada para la operación de la casa.

Para cuantificar esta variable se comparó la energía producida y consumida durante la competencia, de cada uno de los equipos participantes, a través, de la instalación de dos sensores de potencia en la red eléctrica.

Los profesionales que calificaron la variable jurada de esta prueba fueron los siguientes:

- **Marcos Brito:** Ingeniero civil industrial, gerente del Programa Estratégico Nacional Productividad y Construcción Sustentable Corfo.
- **Daniel Gómez:** Ingeniero tecnológico en la gerencia de Eficiencia Energética de UTE, presidente de la Asociación de Ingenieros Tecnológicos del Uruguay.
- **Diego Lizana:** Ingeniero forestal de la Universidad de Chile y máster en Energías Renovables del Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos de la Universidad de Zaragoza, España. Director ejecutivo en la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

Paralelamente a la competencia, las viviendas se exhibieron en un evento abierto a la comunidad, en el cual los equipos tenían como rol fundamental dar a conocer al público general las estrategias de eficiencia energética y los conceptos de sustentabilidad trabajados en sus proyectos, así como también educar en cuanto a buenas prácticas en el hogar.

27.

28.

27. Asesor técnico, equipo FENIX de la Universidad Técnica Federico Santa María / 28. Equipo Hare Paenga de la Universidad de Valparaíso, junto al arquitecto Teodoro Fernández.

**LOS SEIS**
PROYECTOS
FINALISTAS

# INNOVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD

al servicio de la vivienda social

# CASA S³
## UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO SEDE CONCEPCIÓN

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

El proyecto CASA S³ es una Solución Social Sustentable para viviendas en Santiago, replicable en varios puntos de Chile.

Este equipo buscó innovar principalmente en cinco aspectos con respecto a las viviendas sociales tradicionales:

- Concentrar el área de circulación vertical y las zonas húmedas de la casa, para disminuir la cantidad de material necesario para las instalaciones.
- Diseñar la primera planta de la vivienda con criterios de accesibilidad universal, medida que responde a objetivos de inclusión.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Destino de Vivienda** | Urbano. | | | | | | |
| **Distribución** | 1° piso: cocina + living-comedor + dormitorio 1 + baño 1. 2° piso: Dormitorios 2 y 3 + 1 zona de escritorio. 3° piso: autocultivo de almácigos. | | | | | | |
| **Área Total Construida** | 55 m² int + 6 m² ext = 61 m². | | | | | | |
| **Coste Estimado** | $20.822.988 CLP. | | | | | | |
| **Permite Ampliación/Modificación** | Modificación interna: Dormitorio 4 de 8,3 m² (sobre el living-comedor) y baño 2 (reemplazo por la zona del escritorio). | | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Modular con 90 panel SIP (2,44 x 1,22 m). | | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Madera. | | | | | | |
| **Material Aislante** | Paneles SIP (EPS). | | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Sistema termosolar: estanque de 120 litros. El agua se precalienta en el sistema solar térmico y luego pasa a una bomba de calor que eleva la T°. Dos paneles fotovoltaicos de 250 w c/u y un inversor. | | | | | | |
| **Innovación** | Tendedero colgante solar - Colector solar de aire. | | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** | |
| **Valores de Transmitancia Térmica U [W/(m²K]** | **PISO VENTILADO** | **0.300** | **MUROS** | **0.430** | **TECHUMBRE** | **0.315** | |
| **Solución Aislamiento Envolvente** | Terciado 12 mm + EPS (polietileno expandido) 140 mm + OSB 9,5 mm = 161 mm espesor. | | OSB 9,5 mm + EPS 90 mm + OSB 9,5 mm = 109 mm. | | Terciado 12 mm + EPS (polietileno expandido) 140 mm + OSB 9,5 mm = 161 mm espesor. | | |



- Hacer uso de la quinta fachada para entregar a los futuros habitantes un espacio de esparcimiento adicional, habilitando una terraza habitable en la cubierta.
- Considerar el crecimiento de la familia, permitiendo la construcción de un dormitorio adicional para los nuevos integrantes, sin requerir modificaciones estructurales o de envolvente de la vivienda.
- Incorporar estrategias pasivas y sistemas de ERNC para el ahorro en el consumo de recursos y energía.

Además, la vivienda tiene la posibilidad de parearse dentro de un lote tipo de vivienda social (14,72 x 7,38 m), logrando una densidad de 250-300 habitantes por hectárea.

## ESTRATEGIAS

El diseño de la vivienda **S³** consideró las condicionantes climáticas de la ciudad de Santiago.

Contempló estrategias para el manejo pasivo del confort de la vivienda y el uso eficiente de los recursos, tales como:

### CHIMENEA DE VENTILACIÓN - ESTRATEGIA SUSTENTABLE PASIVA DE VENTILACIÓN:

Es un sistema en que el aire caliente asciende por convección y sale al exterior por la puerta superior, la que posee una ventana regulable, evitando el sobrecalentamiento y la humedad interior.

### SISTEMA SOLAR INTEGRADO

Como parte del diseño arquitectónico, los sistemas solares activos (dos paneles fotovoltaicos y un sistema solar térmico) se integraron en la composición arquitectónica de la casa, ubicándose en una estructura metálica sobre la cubierta de la vivienda, específicamente, sobre el núcleo de circulación vertical, con una inclinación óptima de 30° con orientación norte.

### CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Mediante una cubierta recolectora, se buscó aportar agua durante los meses de invierno para distintos usos dentro de la operación de la vivienda y contar con un ahorro de agua sanitaria.

Sus componentes son:

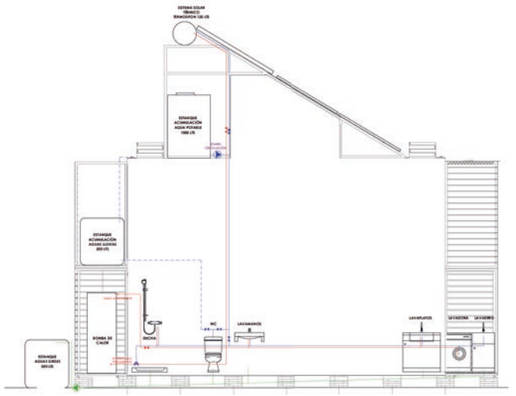
1. Superficie de cubierta: 7,32 x 3,66 m= 26,79 m².
2. Pendiente mínima de 2 %.
3. Terminación exterior: Geomembrana HDPE de 1 mm, 100 % hidrófuga.

Al tener una mínima pendiente, el agua se acumula por rebalse, y luego por gravedad, baja por un ducto, pasando por un pequeño filtro. Las aguas lluvias se almacenan en un estanque acumulador de 500 l, ubicado en altura, en la terraza sur de la vivienda.

Usos:

1. Llenado de estaque del WC.
2. Riego de almácigos y jardín.
3. Lavado de herramientas, bicicletas o para limpiar la terraza.

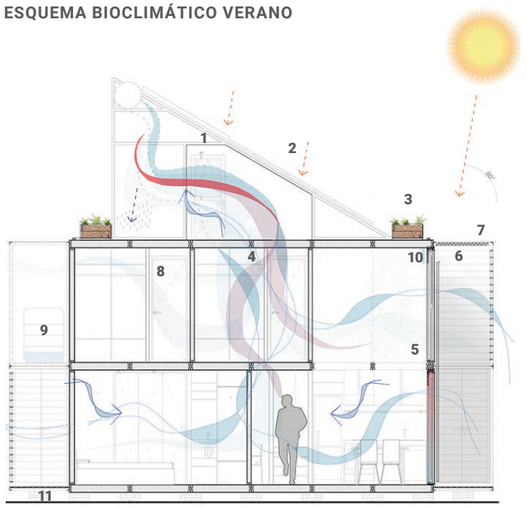
**DIAGRAMA N°1:**
**INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIA**



En el siguiente esquema podemos ver el comportamiento de la casa en verano, el cual considera los siguientes componentes:

1. Sistema solar térmico 120 litros, termosifón de 1.64 x 99 x 0.45 m
2. Dos paneles fotovoltaicos de 260 watts de potencia c/u de 1.64 x 99 x 0.45 m
3. Huerta urbana
4. Ventilación térmica convectiva
5. Colector solar de aire
6. Roller térmico
7. Control solar: ángulo (60°) que permite tener ganancias térmicas en invierno y bloquear la radiación solar en verano
8. Cubierta recolectora de aguas lluvias con membrana hdpe
9. Sistema de acumulación de 500 litros
10. Aspersor de agua con termostato
11. Bomba de calor

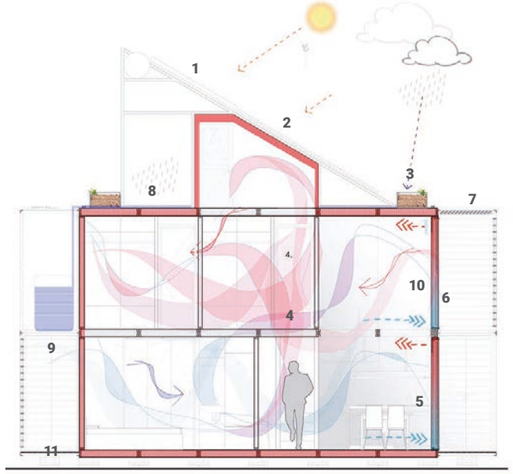
**DIAGRAMA N°2:**
**ESQUEMA BIOCLIMÁTICO VERANO**




En el siguiente esquema podemos ver el comportamiento de la casa en invierno, el cual considera los siguientes componentes:

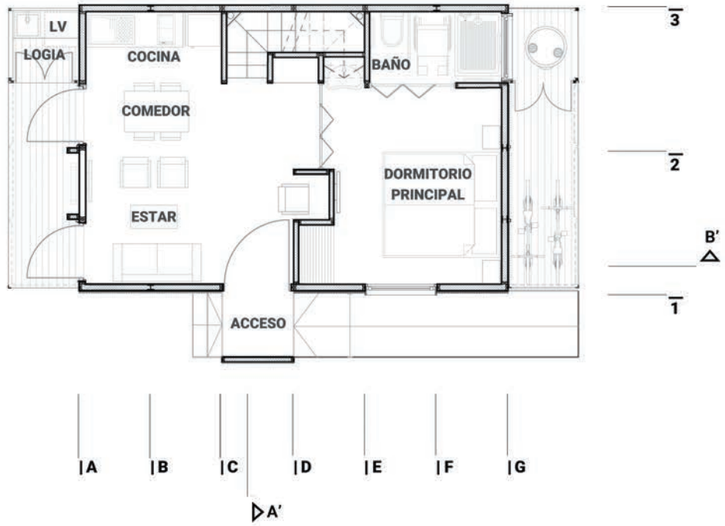
1. Sistema solar térmico de 120 litros
2. Dos paneles fotovoltaicos de 260 watts de potencia cada uno
3. Huerta urbana
4. Ventilación térmica convectiva
5. Colector solar de aire
6. Roller térmico
7. Control solar: ángulo (60°) que permite tener ganancias térmicas en invierno y bloquear radiación solar en verano
8. Cubierta recolectora de aguas lluvias con membrana hdpe
9. Sistema de acumulación de 500 litros
10. Aspersor de agua con termostato
11. Bomba de calor

**DIAGRAMA N°3:**
**ESQUEMA BIOCLIMÁTICO INVIERNO**

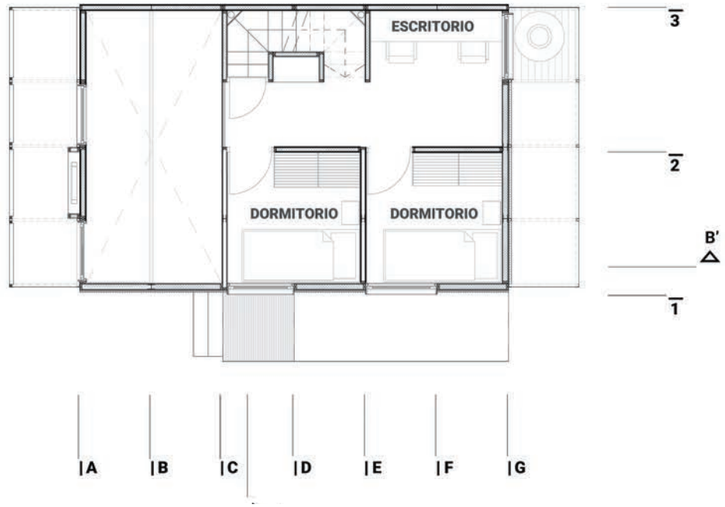




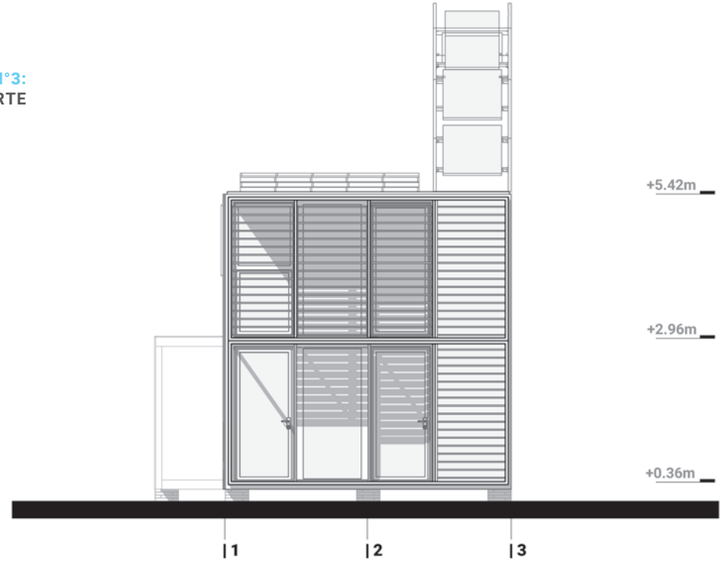

**PLANIMETRÍA N°1:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**



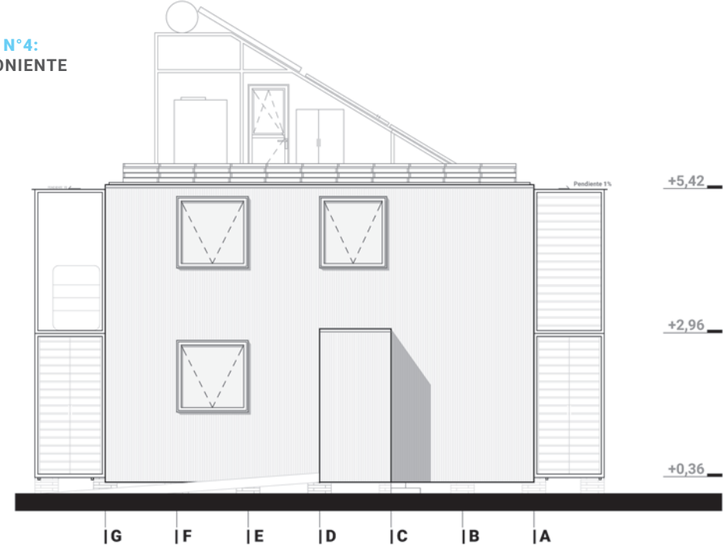

**PLANIMETRÍA N°2:**
**PLANTA 2DO NIVEL**
**ESCALA 1:100**



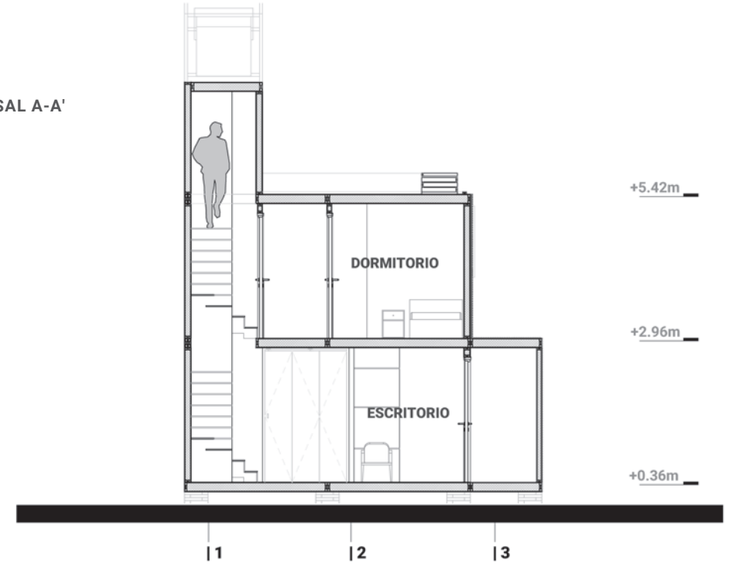
**PLANIMETRÍA N°3:**
**ELEVACIÓN NORTE**
**ESCALA 1:100**



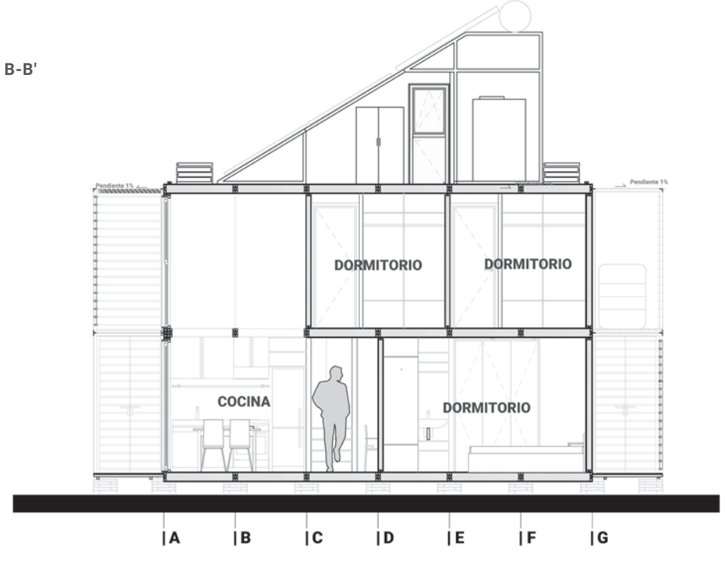

**PLANIMETRÍA N°4:**
**ELEVACIÓN PONIENTE**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°5:**
**CORTE TRANSVERSAL A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°6:**
**CORTE LONGITUDINAL B-B'**
**ESCALA 1:100**



## PROCESO CONSTRUCTIVO

La Casa S³ fue el primer prototipo en terminar su construcción en la Villa Solar. Mediante la preconstrucción de la vivienda, proceso que demoró un mes, el equipo adquirió experiencia en cuanto al manejo de materiales, el proceso de ensamblaje de cada módulo y elemento de su vivienda, identificándolos como un rompecabezas que haría más eficiente el montaje en el parque O'Higgins, alcanzando a concluir esta tarea en tan solo nueve días.

Recepción de obra: 27 de abril.

| TIEMPO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE | | MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO |
|---|---|---|
| Prefabricación | Montaje | Una grúa pluma, un container de 12 m, tres maestros y dos especialistas |
| 20 días - prototipo completo | 9 días | |

29.

30.

31.

29. Instalación de paneles SIP / 30. Instalación de membrana hidrófuga / 31. Construcción de fachada norte.

## EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

La evaluación de la vivienda se realizó mediante pruebas juradas y pruebas medidas, a través de la instalación de sensores en el centro geométrico de dos recintos al interior del prototipo, como se detalla a continuación:

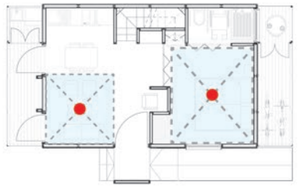
DORMITORIO:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
- Altura de instalación: 1.30 m

ESTAR:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Aire $CO_2$
- Altura de instalación: 2.30 m

**PLANIMETRÍA N°7**
**PLANTA DE 1ER NIVEL**
**CON POSICIONAMIENTO DE SENSORES:**
**ESCALA 1:200**



La Casa S³ obtuvo el primer lugar de Construye Solar 2017 y su desempeño implicó los siguientes resultados en las diez pruebas del concurso y en las mediciones realizadas durante los días de competencia:

## RESULTADO EN LOS 10 DESAFÍOS

1. Prueba 01: Arquitectura: 82.90 pts.
2. Prueba 02: Ingeniería y Construcción: 45.35 pts.
3. Prueba 03: Uso del Agua: 56.40 pts.
4. Prueba 04: Eficiencia Energética: 78.03 pts.
5. Prueba 05: Bienestar y Comodidad: 80.84 pts.
6. Prueba 06: Funcionamiento de la Vivienda: 81.55 pts.
7. Prueba 07: Comunicación y Conciencia Social: 72.89 pts.
8. Prueba 08: Diseño Urbano y Asequibilidad: 68.48 pts.
9. Prueba 09: Innovación: 69.73 pts.
10. Prueba 10: Sustentabilidad: 91.10 pts.

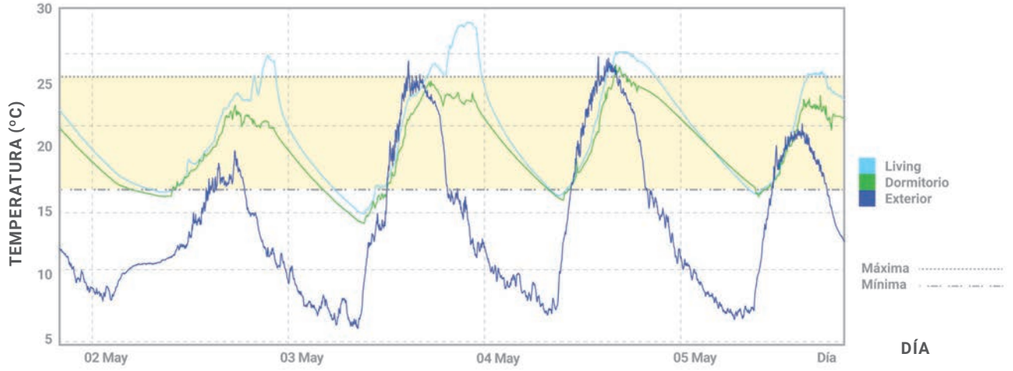
## RESULTADOS DE DESEMPEÑO MEDIDO

- Uso de agua: 1320 l
- Balance energético kwh:
  - » Producción: 3,57
  - » Consumo: 20,17
  - » Balance: -16,60
- Concentración de $CO_2$: 661,07 ppm

## FUTURO DEL PROYECTO

El prototipo S³, desde etapas tempranas, fue objeto de interés para Pacific Forest, empresa especializada en la exportación de productos derivados de la madera, quienes vieron los valores del proyecto y el potencial de la propuesta, por lo que decidieron patrocinar al equipo y se adjudicaron la casa construida.

**GRÁFICO N°1:**
**TEMPERATURA INTERIOR**




- El gráfico de temperatura refleja que la vivienda se mantuvo durante la mayor parte del tiempo dentro del rango de confort deseado de 17 °C – 26 °C. Por otro lado, las fluctuaciones de temperatura fueron mucho menores al interior en comparación con el exterior. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura a público.

**GRÁFICO N°2:**
**HUMEDAD RELATIVA**

- El gráfico demuestra un excelente desempeño de humedad interior, demostrando humedad relativa dentro del rango óptimo (30 % – 70 %) durante el 100 % del periodo de medición. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura a público.



# EQUIPO

El equipo de la Universidad del Desarrollo se denominó Taller 1/1, dando cuenta del reto que tendrían que enfrentar al construir un prototipo a escala real y organizó de la siguiente forma:

- Tres profesores guías de profesión arquitectos.
- Un profesional ingeniero civil a cargo de la revisión de cálculo estructural.
- Seis alumnos de título de último año de la carrera de arquitectura.

Sus integrantes son los siguientes:

## ADMINISTRATIVOS:

1. Consejero de facultad: Pablo Altikes Pinilla
2. Encargado de construcción: Yanko Bugueño
3. Coordinadora: Marisa Perrin Costa
4. Encargada de comunicaciones: Valentina Galleguillos

## PROFESORES GUÍAS:

1. Encargado de auspicios: Alfredo Morales Gajardo
2. Encargado de arquitectura: Gabriel Vargas Rose
3. Encargado de sustentabilidad: Florian Schepp Ferrada

## ALUMNOS EN TÍTULO:

1. Capitán del equipo: Carola Yáñez Fuller
2. Encargado de planimetría: Julián Chamorro Tripailaf
3. Subcapitán del equipo: Javiera Santibáñez Steel
4. Encargada de estudiantes: Cecilia Silva Sazo

## DIBUJANTES TÉCNICOS:

Jacinta Badilla, Celenia Castro, Alejandro Valdés y Gary Sánchez

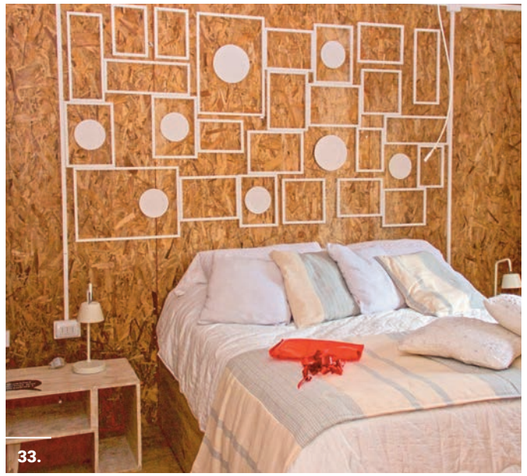
## PRACTICANTES DE CONSTRUCCIÓN:

Paula Martínez, Amanda Fuentes, Nicolás Ulloa, Rodolfo Vega, Daniela Migueles y Paula Orellana

## COLABORADORES DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE EN LA VILLA SOLAR:

1. Ingeniero civil: Gonzalo Briceño C.
2. Instalador eléctrico: Fernando Paz Rodríguez
3. Ingeniero civil, sanitario: Hernán Cáceres M.
4. Capataz: José Montesinos
5. Carpintero: Miguel Rivas
6. Carpintero: Miguel Sepúlveda
7. Prevención de riesgos: Niria Castillo

32.


33.

34.

32. Terraza en cubierta, cóctel previo a la cena / 33. Dormitorio principal / 34. Living-comedor, realización de tarea de la competencia Cena.

35.

36.

37.

35. Living / 36. Demostración de uso de secador solar ante el jurado de la Prueba 2: Ingeniería y Construcción / 37. Equipo Taller 1/1, en el montaje de su vivienda.

# CASA CEBOLLA
## UNIVERSIDAD DE CHILE

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La Casa Cebolla es una vivienda versátil, que adecúa sus capas según los diferentes contextos de emplazamiento, a través de la prefabricación y modularización de sus componentes, respondiendo a las necesidades particulares de cada usuario y su modo de habitar. Si bien está pensada principalmente para un contexto rural, adecúa su diseño a las costumbres y condiciones climáticas locales, ocupando materiales característicos de la zona en la que será construida.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Destino de Vivienda** | Rural. | | | | | | |
| **Distribución** | Cocina + living-comedor + 1 dormitorio + 1 baño + sala escritorio. | | | | | | |
| **Área Total Construida** | 57,5 $m^2$ interior + 23,3 $m^2$ p.a + 13,4 $m^2$ exterior = 94,2 $m^2$. | | | | | | |
| **Coste Estimado** | $20.669.528 CLP. | | | | | | |
| **Permite Ampliación/Modificación** | Ampliación sobre terrazas exteriores. | | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Prefabricación de tres módulos centrales independientes, un cuarto módulo para contener a los paneles fotovoltaicos y funcionamiento de ventilación convectiva de la casa y un último módulo de la rampa de acceso. | | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Madera. | | | | | | |
| **Material Aislante** | Lana mineral y lana de vidrio. | | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Sistema invernadero, envolvente de malla que genera sombra sobre el volumen principal y bomba de calor, cinco paneles fotovoltaicos de 310 w c/u en serie y un inversor. | | | | | | |
| **Innovación** | 3 $m^2$ de invernadero que capta y aporta 394,3 Kwh/$m^2$ mes de energía en invierno. Muro de almacenaje como borde activo. | | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **Sí** | |
| **Valores de Transmitancia Térmica U [W/($m^2$K)]** | **PISO VENTILADO** | **0.250** | **MUROS** | **0.410** | **TECHUMBRE** | **0.260** | |
| **Solución Aislamiento Envolvente** | Sobre fundaciones aisladas se instala un entramado a base de vigas perimetrales de madera laminada encolada (MLE) de 65 x 300 mm y envigado de madera aserrada de 2" x 8", en la cara superior terciado estructural de 12 mm y en la cara inferior lata galvanizada 5V e= 0,3 mm. Se considera aislación en lana mineral de 150 mm así como barrera de vapor y humedad. | | Entramado de pino con relleno de lana de vidrio de 90 mm, placa contrachapada de 15 mm por interior + barrera vapor y placa contrachapada de 12 mm por exterior con barrera de humedad. | | Entramado a base a vigas perimetrales en MLE de 65 x 260 mm con envigado secundario de pino. Placa contrachapada 12 mm como base de cubierta de membrana de PVC revestimiento de lana mineral de 150 mm y placa contrachapada de 15 mm con barrera de vapor y humedad. | | |



Esta vivienda está conformada por tres módulos principales:

1. Primer módulo: corresponde a la fachada norte, incluyendo el invernadero y casetones en las caras oriente y poniente.
2. Módulo central: corresponde al núcleo de servicios, que incluye todas las instalaciones de agua potable, alcantarillado, paneles fotovoltaicos y electricidad de la vivienda, así como el acceso y casetones de almacenaje en el perímetro.
3. El tercer módulo: de fachada sur, incluye casetones de almacenaje y ventana en sus tres caras exteriores.

### La casa cebolla

*De caña, de zinc, de madera, de adobe, de entramado vegetal;*

*De concha, de red, de boyas, de sal, de cuarzo, de laja, de colihue, de algas de mar;*

*De zinc, de madera, de ladrillo o de piedras de río.*

*En Visviri, en Tica, en Huara, en Putre, en Camiña, en La Chimba;*

*En Codegua, en Cahuil, en Contulmo, en Doñihue, en Coinco, en Lo Valdivia;*

*En Traipo, en Quilche, en Tortel, en Colico, o en Las Turbinas.*

*Estas no son más que las variaciones; estas no son más que las posibilidades, que permiten a la tipología expresar su porción variable y encontrar la relación directa con su contexto rural. Sus pieles mutan para recibir los materiales del entorno en el que se emplaza, aportando cada uno desde su naturaleza específica.*

*Estas pieles guardan; estas pieles almacenan, todo aquello que una familia pueda poseer, todo aquello que la necesidad de tener especifica como demandante.*

*La cebolla está en sus capas sucesivas, y el control que ellas ofrecen a la parte variable de esta respuesta tipológica de vivienda.*

*Un temblor, un tsunami, la erupción de un volcán;*

*Un campamento, un inmigrante, la migración campo ciudad;*

*Un cartón, un zinc, la vulnerabilidad material.*

*Estas no son más que las condicionantes; estas no son más que las limitaciones permanentes, que enfrenta la vivienda en cada contexto territorial, que permiten a la tipología expresar su porción constante y encontrar su relación directa con un problema social. Su estructura es resistente, prefabricada, permite a la Casa llegar a todas partes, adaptarse a todos los contextos.*

## ESTRATEGIAS

El diseño de la Casa Cebolla plantea distintas soluciones de envolvente para las diferentes zonas climáticas del país, que resguardan el confort al interior de la vivienda y que responden también a la idiosincrasia de la comunidad local.

La vivienda que el equipo desarrolló y construyó en la Villa Solar consideró las condicionantes climáticas de la ciudad de Santiago.

En los siguientes esquemas podemos ver el comportamiento de la casa en las estaciones de invierno y verano.

## ESQUEMA VERANO

Sus componentes principales son:

1. Malla de sombra: Constituye una cubierta ventilada que refleja el calor y según sean los requerimientos de protección ante la radiación solar, se extiende en la fachada norte.
2. Invernaderos: Son parte de los módulos que constituyen la envolvente de la casa, al igual que los módulos de almacenaje, y se abren manualmente para permitir una ventilación cruzada entre la fachada norte y sur de la vivienda.

**DIAGRAMA N°2:**
**ESQUEMA BIOCLIMÁTICO VERANO**

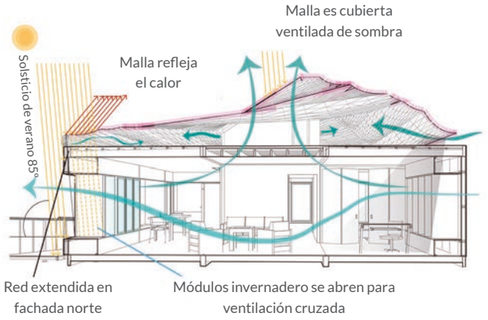


**DIAGRAMA N°3:**
**ESQUEMA INVIERNO DÍA**

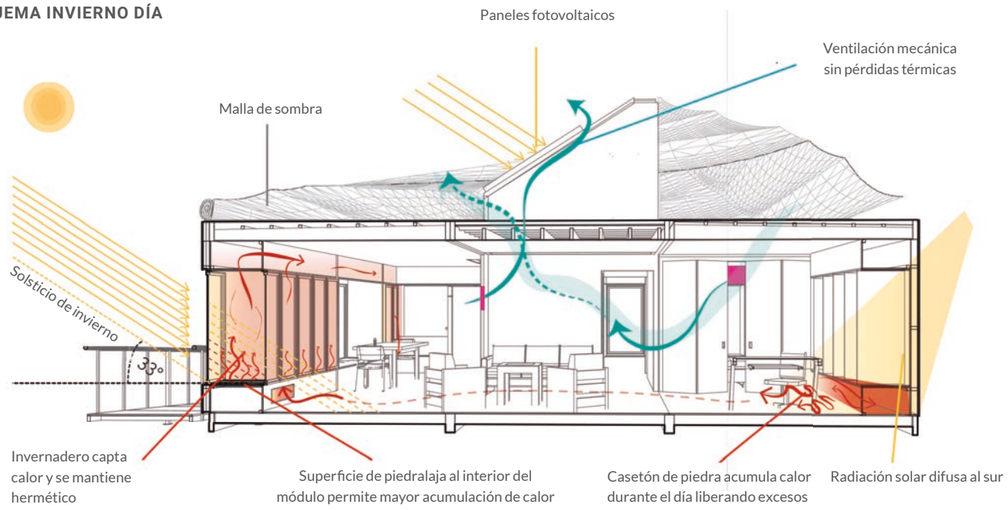
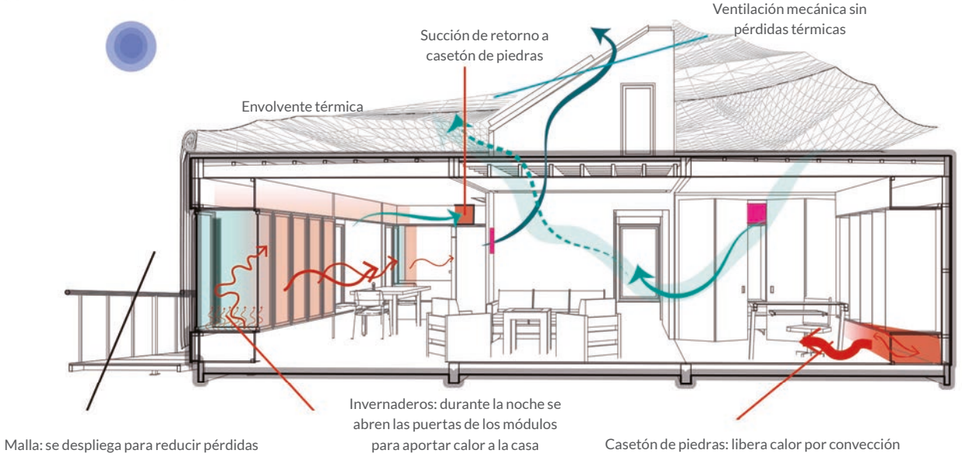
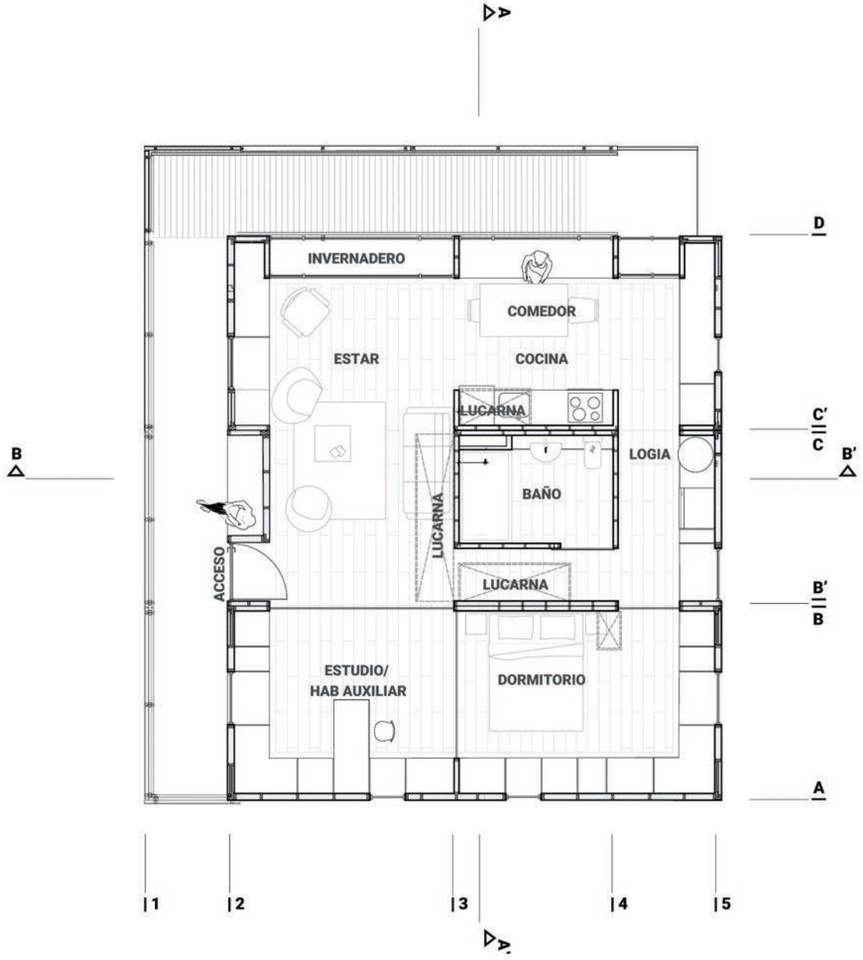



**DIAGRAMA N°4:**
**ESQUEMA INVIERNO NOCHE**



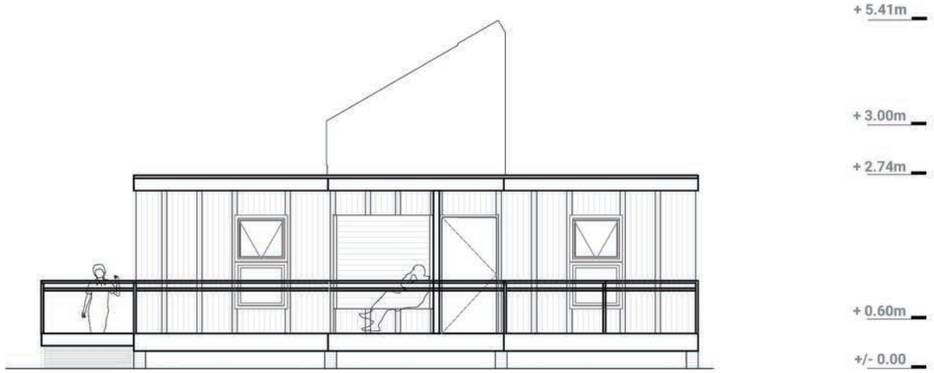



**PLANIMETRÍA N°8:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**

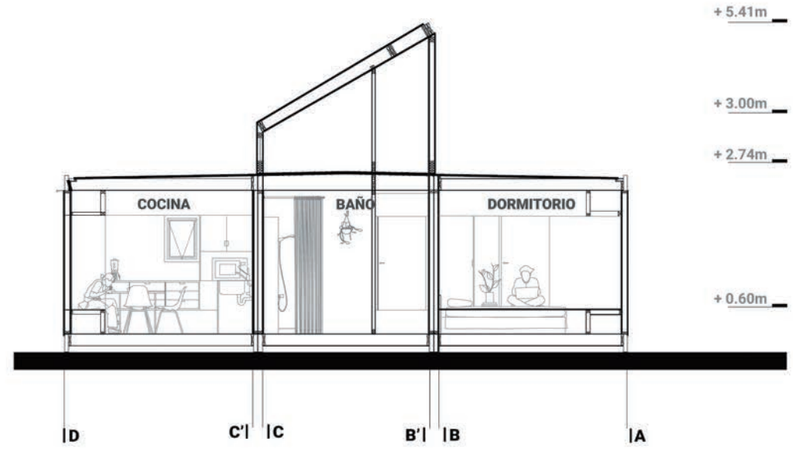


**PLANIMETRÍA N°9:**
**ELEVACIÓN NORTE**
**ESCALA 1:100**

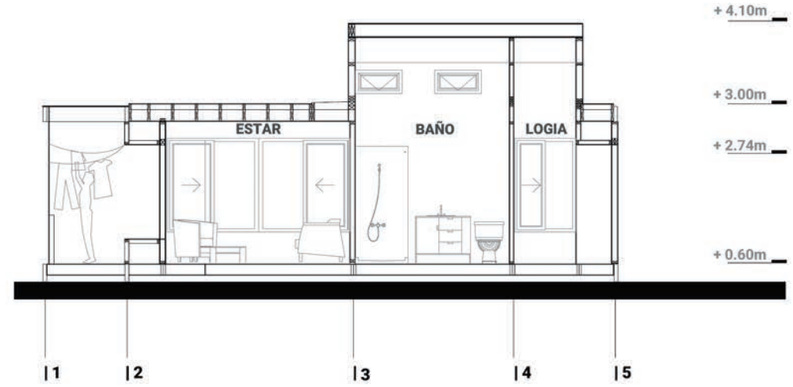
**PLANIMETRÍA N°10:**
**ELEVACIÓN PONIENTE**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°11:**
**CORTE A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°12:**
**CORTE B-B'**
**ESCALA 1:100**



# PROCESO CONSTRUCTIVO

El prototipo de la Universidad de Chile fue el primero en completar la obra gruesa de su proyecto, gracias al proceso de prefabricación, que permitió dividir la vivienda en tres módulos, e instalarlos en la Villa Solar en tan solo diez horas, utilizando un camión y una grúa para efectos de montaje.

El equipo realizó el montaje entre el 15 y el 28 de abril. Durante este periodo, el principal trabajo en terreno, fue la ejecución de terminaciones, la instalación y puesta en marcha de los sistemas de operación de la vivienda.

| TIEMPO CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE | | MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO |
|---|---|---|
| Prefabricación | Montaje | Cuatro camiones de 12 m de largo. Cuatro maestros. |
| 30 días - módulos en obra gruesa | 9,5 días | |

38.

39.

38. Trabajo de terminaciones y elementos secundarios / 39. Llegada del primer módulo de la vivienda a la Villa Solar.



# EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

La evaluación de la vivienda se realizó aplicando pruebas juradas y pruebas medidas mediante, la instalación de sensores en el centro geométrico en dos recintos al interior del prototipo, como se detalla a continuación:

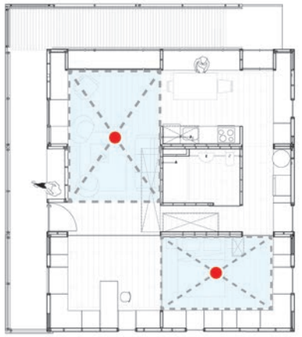
DORMITORIO:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
- Altura de instalación: 1.20 m

ESTAR:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Aire $CO_2$
- Altura de instalación: 1.20 m

**PLANIMETRÍA N°13**
**PLANTA DE PRIMER NIVEL**
**CON POSICIONAMIENTO DE SENSORES:**
**ESCALA 1:200**



La Casa Cebolla obtuvo el segundo lugar de Construye Solar 2017 y su desempeño implicó los siguientes resultados en las diez pruebas del concurso y en las mediciones realizadas durante los días de competencia:

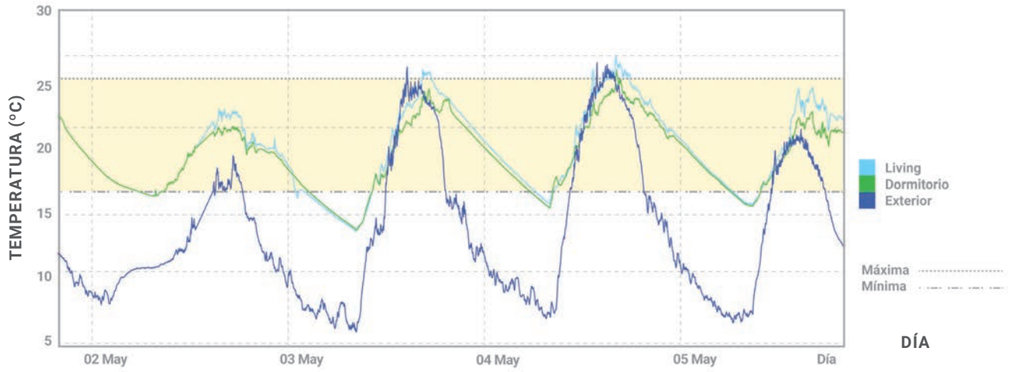
## RESULTADO EN LOS 10 DESAFÍOS

1. Prueba 01: Arquitectura: 106.50 pts.
2. Prueba 02: Ingeniería y Construcción: 36.58 pts.
3. Prueba 03: Uso del Agua: 30.32 pts.
4. Prueba 04: Eficiencia Energética: 71.59 pts.
5. Prueba 05: Bienestar y Comodidad: 63.27 pts.
6. Prueba 06: Funcionamiento de la Vivienda: 84.14 pts.
7. Prueba 07: Comunicación y Conciencia Social: 71.50 pts.
8. Prueba 08: Diseño Urbano y Asequibilidad: 85.20 pts.
9. Prueba 09: Innovación: 66.95 pts.
10. Prueba 10: Sustentabilidad: 87.70 pts.

## RESULTADOS DE DESEMPEÑO MEDIDO

- Uso de agua: 1990 l
- Balance energético kwh:
  - » Producción: 11.40
  - » Consumo: 24.97
  - » Balance: -13.57
- Concentración de $CO_2$: 723.05 ppm

**GRÁFICO N°3:**
**TEMPERATURA INTERIOR**




- Destaca en el gráfico de temperatura la homogeneidad de la distribución entre living y dormitorio, con registros muy similares. Durante las noches, la vivienda mostró un excelente desempeño al mantener la energía térmica, evitando la caída excesiva de temperatura en contraste con el exterior. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura a público.

**GRÁFICO N°4:**
**HUMEDAD RELATIVA**

- Gráfico de humedad relativa que demuestra valores cercanos al 50 % la mayor parte del tiempo, demostrando un excelente comportamiento en la permeabilidad al vapor de la vivienda. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura a público.



## FUTURO DEL PROYECTO

La Casa Cebolla fue donada por el equipo a la comuna de Palmilla en la VI Región, donde dará vida a una sede vecinal para uso comunitario y albergará distintas actividades, tanto educativas como de encuentro social, orientadas a mejorar la calidad de vida de los vecinos.

## EQUIPO

En la Universidad de Chile el desafío fue tomado por un grupo de estudiantes de cuarto año de arquitectura y profesores de la carrera que integraron el concurso como temática de taller. Debido a los distintos procesos que tiene el concurso (diseño, planificación, financiamiento y construcción) hay especialistas y estudiantes que se integraron durante la segunda mitad de la iniciativa.

Los académicos, por su parte, guiaron al equipo bajo el rol de capitanes del mismo, poniendo la visión integradora que ellos declaran tener como casa de estudio, reflejado en las distintas relaciones que establecieron con especialistas, auspiciadores y entidades en el ámbito de la construcción.

## PROFESORES GUÍAS:

1. Consejero de Facultad: Alberto Fernández González
2. Capitán: Francis Pfenniger Bobsien
3. Subcapitán: Luis Goldsack Jarpa
4. Encargado de Arquitectura: Felipe López Taverne

## EQUIPO DE ALUMNOS:

5. Ingeniería:
   a. Alastair Aguilera Gómez
   b. Matías Campos Valencia
   c. Marcela Ponce Ponce
   d. Fernanda Muñoz Rojo
6. Comunicaciones:
   a. Sofía Zúñiga González
   b. Valentina Bravo Saavedra
   c. Sarah Aillón Ferreira
7. Auspicios:
   a. Francisca Gómez Reyes
   b. Karina Ovalle Tapia
8. Encargado de Estudiantes-Coordinador:
   a. Daniela Gallardo Catalán
   b. Pablo Schmidt Kamp
9. Equipo de apoyo:
   a. Ana Barbier
   b. Cristina Mondaca Cerda
   c. Carolina Batista
   d. Rocío Ceballos Díaz
   e. Natalia Contreras Carreño
   f. Esther Geneste
   g. Ana Mulky
   h. Marta Ochoa
   i. Marta Paquete
   j. Paula Peña Valderrama
   k. Javiera Rojas Muñoz
   l. Tamar Walters Winer
   m. Marie Walwer

## PROFESIONALES RESPONSABLES:

1. Hernán Riadi
2. Encargado de Eficiencia Energética:
   a. Marcelo Huenchuñir B.
   b. Nicolás Moya
3. Instalaciones Sanitarias: Ricardo Ponce Tobar
4. Instalaciones Eléctricas: Luis González

40.

41.

42.

40. Cocina y comedor / 41. Cocina y living / 42. Fachadas norte y poniente.

43.

44.

45.

43. Dormitorio / 44. Living / 45. Fachada poniente. Jurado de Prueba 2: Ingeniería y Construcción, junto al equipo FAU UChile.

# MÓDULO TENDAL
## UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

El equipo RUBIK tomó como problemática urbana la integración de los inmigrantes en Santiago, buscando mediante un complejo residencial, la densificación de los terrenos vacíos en el centro de la ciudad, a través de construcciones en altura que aprovechan de mejor manera el uso del suelo, ubicando a los nuevos habitantes en domicilios cerca de su lugar de trabajo y de los principales centros de salud, educación y comercio. El módulo Tendal es una de las piezas que componen el edificio propuesto, el cual contempla un tipo de departamento y una de las terrazas comunitarias.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Destino de vivienda** | Urbano. | | | | | | |
| **Distribución** | Cocina + living-comedor + 1 dormitorio + 1 baño + sala de escritorio. | | | | | | |
| **Área Total Construida** | 59 $m^2$ interior + 24,1 $m^2$ exterior + 37,1 $m^2$ espacios comunes = 120,2 $m^2$. | | | | | | |
| **Coste estimado** | $21.992.000 CLP. | | | | | | |
| **Permite Ampliación/Modificación** | Sala de escritorio se transforma en dormitorio 2 y living en dormitorio 3. | | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Prefabricación de 3 módulos de vivienda y módulos de terraza y conector vertical complementarios. | | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Acero galvanizado y madera. | | | | | | |
| **Material Aislante** | Lana de oveja. | | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Bomba de calor. Cuatro paneles fotovoltaicos de 260W c/u y un inversor. | | | | | | |
| **Innovación** | Tendedero solar. Flexibilidad y optimización de espacios interiores. | | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **Sí** | |
| **Valores de Transmitancia Térmica U [W/($m^2$K)]** | **PISO VENTILADO** | **0.140** | **MUROS** | **0.280** | **TECHUMBRE** | **0.110** | |
| **Solución Aislamiento Envolvente** | Losa superior: 60 mm de hormigón + viguetas de hormigón pretensado H45 relleno con 120 mm de poliestireno expandido + 150 mm de lana de oveja + terminación de piso flotante. | | Estrutura de acero galvanizado con perfiles C y U, relleno con lana de oveja de 100 mm. Al interior una barrera de vapor y una doble placa de fibrocemento de 10mm c/u. Al exterior listón de madera de 1 x 2" fijado a los montantes de acero galvanizado a 60 cm de eje relleno con 25 mm de lana de oveja + barrera de humedad + revestimiento de tinglado de madera. | | Losa superior: 60 mm de hormigón + viguetas de hormigón pretensado H45 relleno con 120 mm de poliestireno expandido + estructura de acero galvanizado relleno con 200 mm de lana de oveja + 10 mm placa de yeso cartón. | | |

## ESTRATEGIAS

### TERRAZAS

En verano las terrazas de los departamentos proporcionan protección solar. Constituyen aleros para las ventanas y puertas correderas ubicadas en la fachada norte, evitando el sobreasoleamiento durante esta estación sin perder iluminación natural al interior de los recintos, por medio de su terminación de piso y cielo elaborado con Grating.

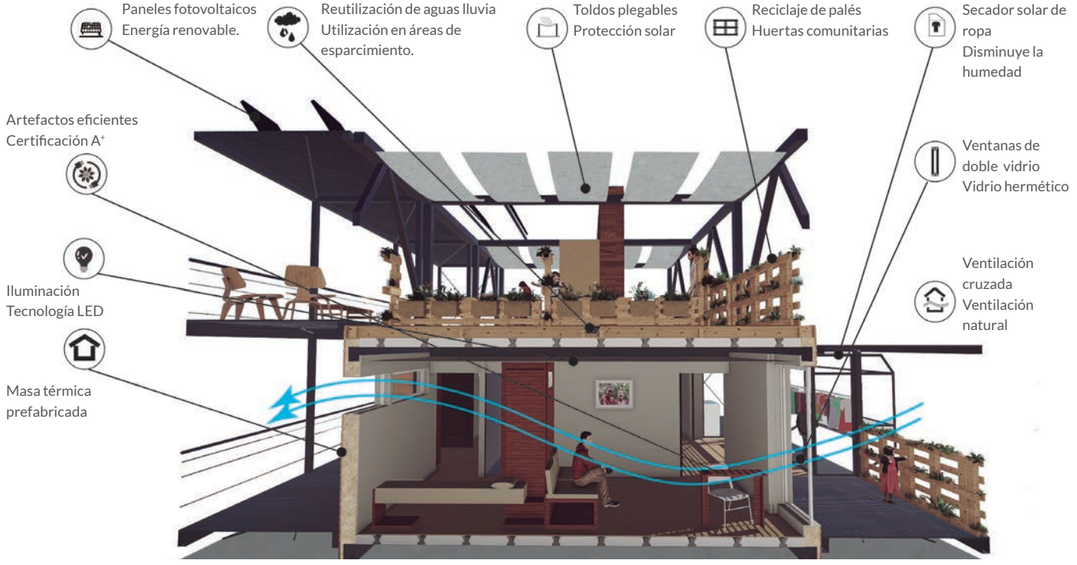
En invierno, dado el ángulo de inclinación del sol, permiten el ingreso libre de la radiación solar y de iluminación natural.

Para el diseño de esta estrategia pasiva se utilizó el *software* Ecotect, mediante el cual se realizó un análisis de radiación solar en fachada y un análisis de intensidad de iluminación en planta.

### REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Como estrategia de ahorro del recurso hídrico, se planteó un método que reutilizara las aguas grises provenientes solo del lavamanos y la ducha, sin incorporar el agua desechada por el uso del lavaplatos, simplificando el proceso de reciclaje y no requerir de un proceso desgrasador, lo que encarece el sistema. Mediante una canalización ubicada en el shaft central, el agua se lleva a un almacenaje en donde se filtra, para luego ser usada en el inodoro.

**DIAGRAMA N°5:**
**ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS DE LA VIVIENDA**



## TOLDOS PLEGABLES

Los toldos se ubican en la terraza comunitaria y se utilizan para mitigar la alta radiación solar en verano, evitando el sobrecalentamiento de la superficie.

Para medir la efectividad de los toldos se realizó un análisis de insolación solar en la superficie de la azotea, obteniendo como resultado que casi 2/3 del total de la superficie se encontraba con índices de insolación de 1.668 Kwh, 1/6 aprox. marca 1.536 Kwh y el resto se distribuyó entre los 1.404 Kwh y 612 Kwh.

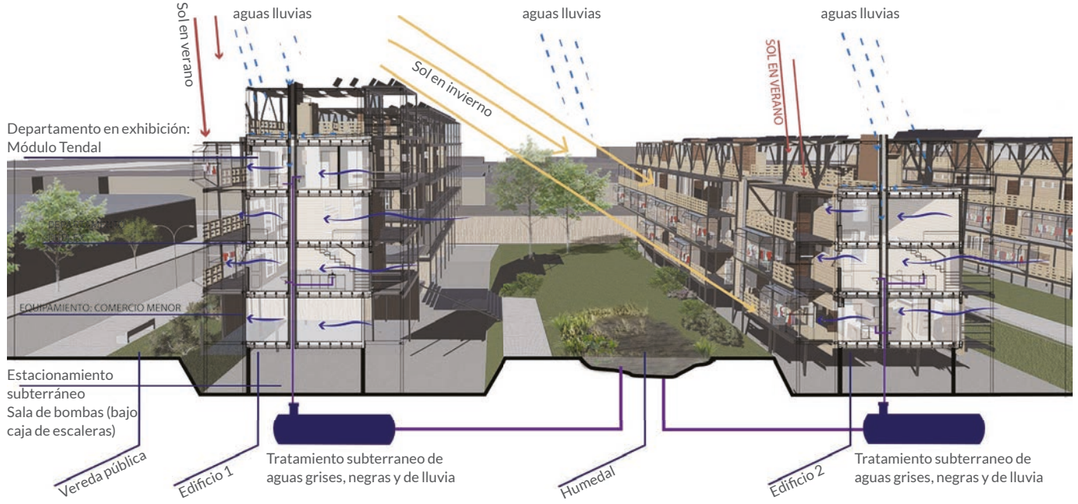
Con los toldos desplegados la insolación obtenida en la mayoría de la superficie se encuentra en un rango de entre 1.140 y 876 Kwh. Esta disminución de la temperatura mejora el confort en el espacio y favorece a un mejor ambiente en el departamento ubicado bajo ésta.

## HUERTAS URBANAS

Las huertas urbanas se ubican en la terraza comunitaria y en el exterior de cada departamento, conformando las barandas de protección de estos recintos. Ayudan a disminuir la sensación térmica en el ambiente, mediante la implementación de vegetación que contribuye a la reducción del calor.

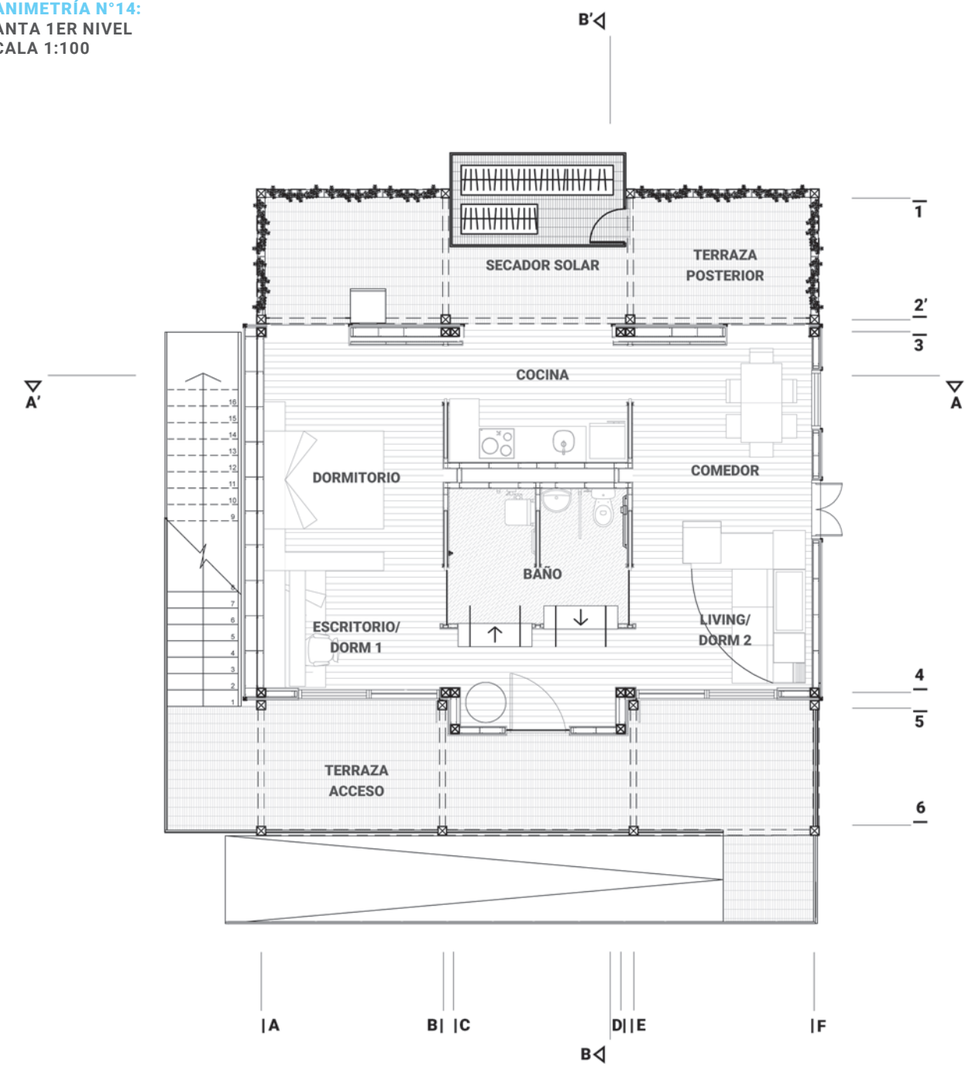
La propuesta de conjunto habitacional considera diversas estrategias para el confort al interior de los departamentos, el uso de los recursos y la gestión de los residuos, el siguiente esquema muestra algunas de ellas:

**DIAGRAMA N°6:**
**ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS DEL CONJUNTO HABITACIONAL**

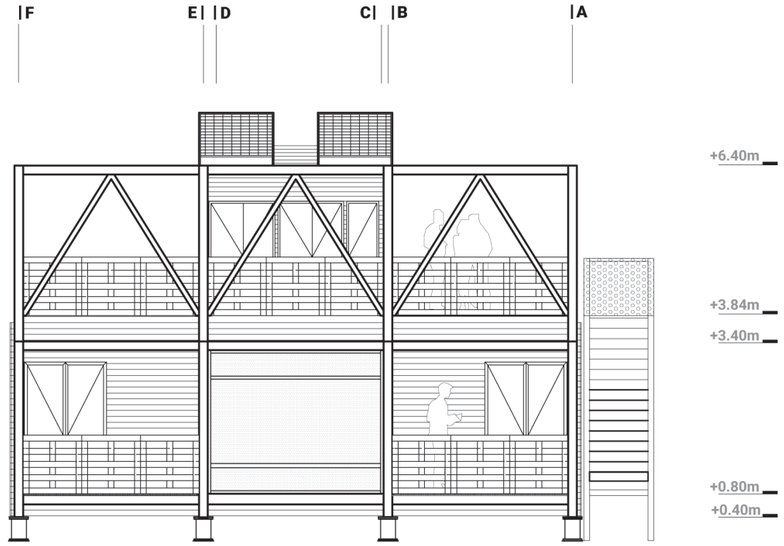




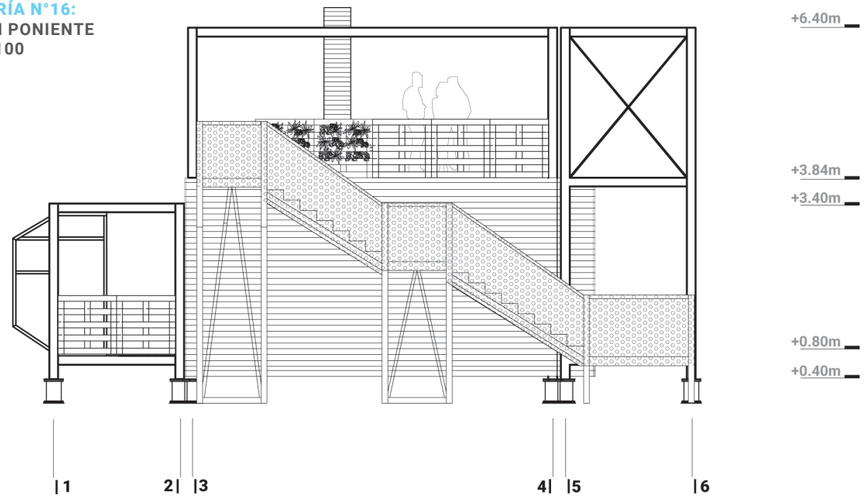

**PLANIMETRÍA N°14:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**



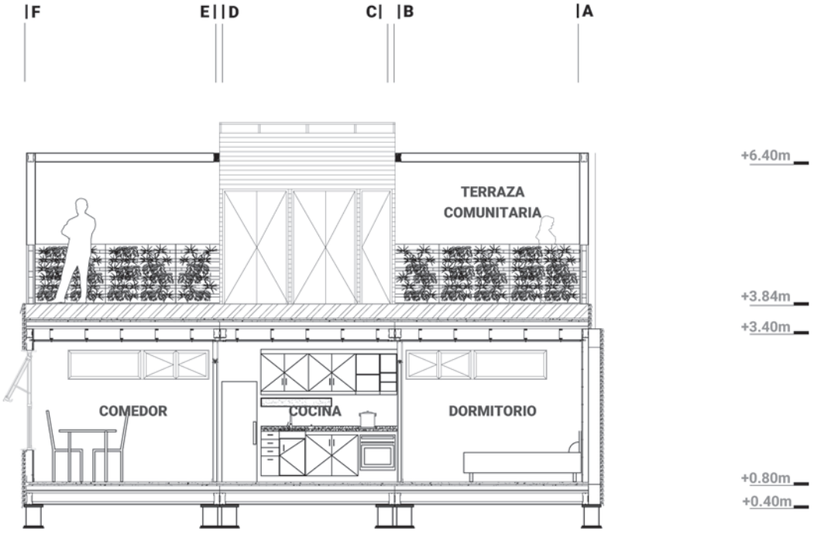
**PLANIMETRÍA N°15:**
**ELEVACIÓN NORTE**
**ESCALA 1:100**



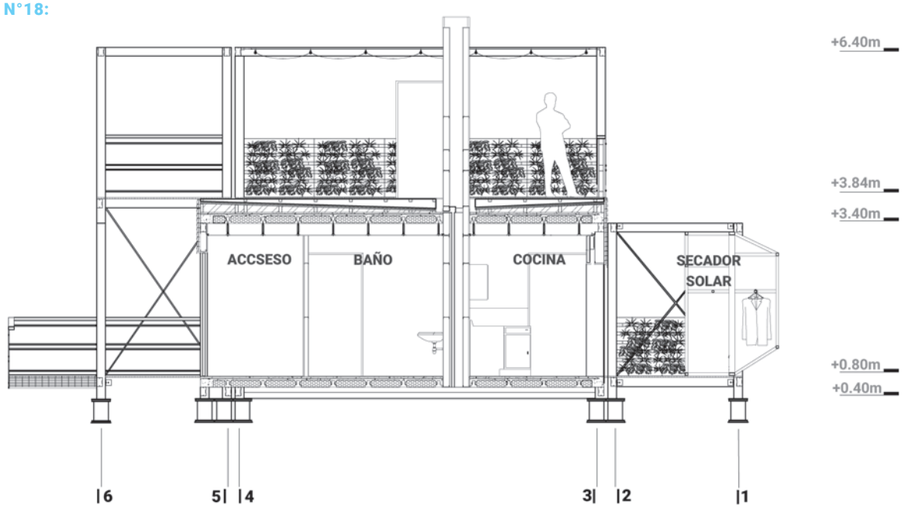

**PLANIMETRÍA N°16:**
**ELEVACIÓN PONIENTE**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°17:**
**CORTE A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°18:**
**CORTE B-B'**
**ESCALA 1:100**



# PROCESO CONSTRUCTIVO

El módulo Tendal comenzó su etapa de construcción el día 21 de febrero, con la llegada a terreno del acero necesario para levantar su estructura.

Las faenas iniciales se realizaron en un terreno colindante a la casa de estudios de los integrantes del equipo RUBIK, perteneciente a la universidad, lugar de emplazamiento definitivo de la vivienda. Allí se logró concretar gran parte de la obra gruesa y algunas terminaciones, llegando a la Villa Solar el 21 abril.

Recepción de obra: 30 de abril.

| TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN | | MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO |
|---|---|---|
| **Prefabricación** | **Montaje** | |
| 60 días - módulos en obra gruesa y algunas terminaciones. | 11 días | Dos grúas de más de 10 t , un camión de 10 m y otro de 7 m, cuatro maestros |

46.

47.

46. Montaje / 47. Instalación de módulos.

# EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

La evaluación de la vivienda se realizó con pruebas juradas y pruebas medidas mediante la instalación de sensores en el centro geométrico en dos recintos al interior del prototipo, como se detalla a continuación:

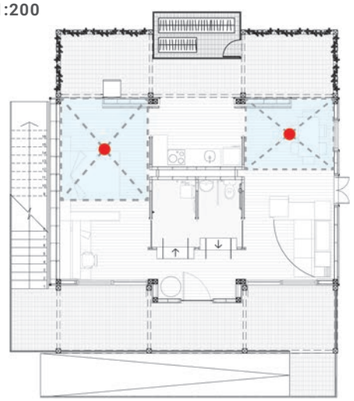
DORMITORIO:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
- Altura de instalación: 1.30 m

ESTAR:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Aire $CO_2$
- Altura de instalación: 1.30 m

**PLANIMETRÍA N°19:**
**PLANTA DE PRIMER NIVEL**
**CON POSICIONAMIENTO DE SENSORES:**
**ESCALA 1:200**



El módulo Tendal obtuvo el tercer lugar de Construye Solar 2017 y su desempeño implicó los siguientes resultados en las diez pruebas del concurso y en las mediciones realizadas durante los días de competencia:

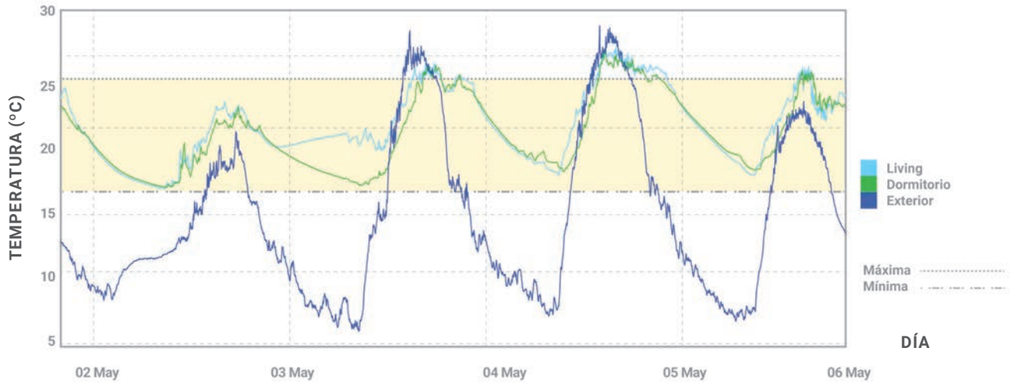
## RESULTADO EN LOS 10 DESAFÍOS

1. Prueba 01: Arquitectura: 84.55 pts.
2. Prueba 02: Ingeniería y Construcción: 30.95 pts.
3. Prueba 03: Uso del Agua: 58.30 pts.
4. Prueba 04: Eficiencia Energética: 48.78 pts.
5. Prueba 05: Bienestar y Comodidad: 92.33 pts.
6. Prueba 06: Funcionamiento de la Vivienda: 79.32 pts.
7. Prueba 07: Comunicación y Conciencia Social: 56.17 pts.
8. Prueba 08: Diseño Urbano y Asequibilidad: 76.88 pts.
9. Prueba 09: Innovación: 58.73 pts.
10. Prueba 10: Sustentabilidad: 96.20 pts.

## RESULTADOS DE DESEMPEÑO MEDIDO

- Uso de agua: 1195 litros, menor consumo de la competencia.
- Balance energético kwh:
  - » Producción: 8.22
  - » Consumo: 28.14
  - » Balance: -19.92
- Concentración de $CO_2$: 620.45 ppm

**GRÁFICO N°5:**
**TEMPERATURA INTERIOR**




- Gráfico de temperatura que muestra excelente comportamiento térmico, con periodos cortos de superación del rango de sobrecalentamiento. Las temperaturas del living y el dormitorio fueron muy similares con excepción del día 3 de mayo. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura al público.

**GRÁFICO N°6:**
**HUMEDAD RELATIVA**

- Se observa que la humedad relativa al interior de la vivienda se mantuvo cercana al rango de 50 %, con caídas fuertes en las mediciones los días 3 y 4 de mayo, momentos en los que la humedad interior se igualó a la exterior. A pesar de esto, la humedad fue óptima durante la mayor parte del periodo de medición. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura a público.



# FUTURO DEL PROYECTO

El módulo Tendal formará parte de la infraestructura de la Universidad Central de Chile, emplazándose en el mismo terreno en el que se realizó su construcción, previo a la Villa Solar. El prototipo seguirá siendo objeto de estudio, mediante un monitoreo que permitirá continuar el análisis de su desempeño bioclimático.

# EQUIPO

El equipo RUBIK estaba constituido inicialmente por estudiantes y académicos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Chile. Luego, en etapas posteriores, de acuerdo a los desafíos que planteaba el proyecto, nuevos integrantes de distintas disciplinas se integraron en el desarrollo de Módulo Tendal.

Sus integrantes son los siguientes:

## PROFESORES GUÍAS

1. Gabriela Armijo Plaza, directora del Laboratorio de Bioclimática. Aporte en el equipo: Diseño proyectos bioclimáticos.
2. Oscar Godoy, docente del Taller Tecnológico IX – X. Aporte en el equipo: Diseño de proyecto de arquitectura.
3. Rodrigo Araya Silva, director general de la obra. Aporte al equipo: Corrección de sistemas constructivos y encargado oficial de la obra.

## PROFESORES DE APOYO

1. Leticia Roubelat Plaza, asistente de investigación Laboratorio de Bioclimática, ayudante de Construcción y Diseño Bioclimático. Aporte en el equipo: Capitana del equipo, gestión de auspicios y diseño de sistemas pasivos.
2. Paola Jara Cerda, investigadora principal del Laboratorio de Bioclimática. Aporte en el equipo: Diseño iluminación natural.
3. Francisca Prat Mendoza, ayudante de Construcción y Diseño Bioclimático, Colaboradora Laboratorio de Bioclimática. Aporte en el equipo: Diseño iluminación artificial.
4. Héctor Lizana Hormazábal, Docente. Aporte al equipo: Apoyo detalles constructivos y desarrollo de carta Gantt y especificaciones técnicas
5. Hernán Arnés Valencia, profesor Facultad de Ingeniería, aporte en el equipo: Diseño estructural y cálculo estructural

## EQUIPO DE ALUMNOS

1. Encargado de diseño arquitectónico, mediciones y simulaciones, presupuesto y carta Gantt: Paulina Araneda Ijerra.
2. Encargado de diseño arquitectónico, modelado 3d, mediciones y simulaciones: Geraldine Jiménez Ponce.
3. Encargado de diseño arquitectónico, gestión de auspicios: Flavia Figueroa Morales.
4. Encargado de diseño arquitectónico, apoyo gráfico, diseño urbano y asequibilidad: Christian Araneda Ijerra.
5. Encargado de diseño arquitectónico, encargado en obra, desarrollo planimétrico: Joaquín Hernández Fernández.

## PROFESIONALES COLABORADORES

1. Jefe de equipo de soldadores: Rigoberto Troncoso Campos.
2. Soldador profesional:
   a. José Bravo León
   b. Felipe Seguel González

## ESTUDIANTES EN PRÁCTICA FACULTAD DE ARQUITECTURA

1. Sebastián Ramírez Lobos
2. José Miguel Cerda Silva
3. Romina Carreño Castro
4. Rocío Serón Espinosa
5. Mauricio Díaz Venegas
6. Jorge Lara Arce
7. Agustín Campos Villaseñor
8. Pablo Vargas Leiva
9. Juan Reyes Lizana

10. Isaac Flores
11. Paloma Figueroa Morales
12. Romina Pérez Salas
13. Nubia Aldea Aceitón
14. Romina Corvacho González
15. Paulina Garrido Aburto
16. Sebastián Hermosilla Berríos
17. Milton Rodríguez Morales
18. Yanira Cortés Van Camps
19. Diego Ortega Barahona
20. Javiera Cifuentes Dote

## ESTUDIANTES COLABORADORES

1. Álvaro Pinto Fernández
2. Felipe Aguayo Vergara
3. Esteban Gutiérrez Martínez

48.

49.

48. Equipo RUBIK / 49. Fachada norte.

50.

51.

52.

50. Jurado Prueba 1: Arquitectura al interior de la terraza norte del departamento / 51. Tendedero solar / 52. Living comedor; realización de tarea de la competencia Cena.

# CASA LAFKEN-CHE
## UNIVERSIDAD MAYOR SEDE TEMUCO

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La casa Lafken-Che es una vivienda con accesibilidad universal, la cual se proyecta de la observación del habitar costero del pueblo originario mapuche lafken-che, cuyos conceptos principales son el resguardo del viento, lluvia y sol, a través de una envolvente continua que se origina por la uniformidad entre la cubierta y el muro.

En cuanto a la configuración espacial, la propuesta toma como un atributo permanente del lugar, las vistas panorámicas de su contexto, las cuales enmarca en ventanas extensas en todo su perímetro.

## ESTRATEGIAS

La vivienda responde a la zona climática y térmica de Santiago, contemplando las siguientes estrategias bioclimáticas y de uso de los recursos:

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Destino de vivienda** | Rural. | | | | | | |
| **Distribución** | Cocina + living-comedor + 3 dormitorios + 1 baño. | | | | | | |
| **Área Total Construida** | 60 $m^2$ int + 30 $m^2$ ext = 90 $m^2$. | | | | | | |
| **Coste Estimado** | $18.624.259 CLP. | | | | | | |
| **Permite Ampliación/Modificación** | Posible modificación del patio central como área interior. | | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Prefabricación de tres módulos. *In situ*: instalación de techumbre y patio. | | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Madera. | | | | | | |
| **Material Aislante** | Paneles SIP (EPS). | | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Fotovoltaica. Diez paneles fotovoltaicos de 325 W c/u y un inversor. | | | | | | |
| **Innovación** | Concepto de ruka, patio interior. | | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** | |
| **Valores de Transmitancia Térmica U [W/($m^2$K)]** | **PISO VENTILADO** | **0.380** | **MUROS** | **0.370** | **TECHUMBRE** | **0.280** | |
| **Solución Aislamiento Envolvente** | Envigado de madera con placas arriostantes + 50 mm de radier. | | Paneles SIP de 75 mm, los cuales cuentan con un bastidor de piezas de madera de pino y placas de OSB + capa continua de 55 mm de poliestireno expandido que elimina los puentes térmicos + revestimiento ventilado. | | Paneles SIP de 100 mm + capa continua de 50 mm poliestireno expandido que elimina los puentes + estructura de madera de pino de 1 x 5" para soportar la cubierta protectora y captadora de aguas lluvias. | | |



- Diseño de una vivienda compacta y regular, de envolvente continua para mejorar la captación y retención de calor.
- Envolvente térmica continua con aislación: permite fusionar el piso, los muros y la cubierta, resolviendo puentes térmicos.
- Efecto chimenea y ventilación cruzada: mediante las ventanas perimetrales y el patio central interior de la vivienda se crea un sistema de circulación de aire que climatiza los espacios interiores.
- Regulación y reducción de vanos perimetrales, mejorando la eficacia de la envolvente térmica.
  - » Hacia el norte se utiliza un alero que controla el azimut que proyecta el sol de la mañana, reduciendo la cantidad de luz que entra en las habitaciones.
  - » Hacia el sector poniente la radiación solar es controlada mediante un sistema de celosías, manteniendo un buen confort en los espacios comunes durante la tarde.
- Patio interior - Iluminación natural: permite la captación gradual de luz natural hacia los recintos colindantes evitando la radiación solar directa.
- Ahorro en el uso de agua: la disminución de este recurso se logra mediante dos estrategias:
  - » Sistema de recuperación de aguas lluvias: consiste en una red de canales de aguas lluvias de cubierta, que bajan por ductos de PVC hasta el estanque de acumulación, para luego ser utilizadas en el inodoro y en riego.
  - » Reciclaje de aguas grises: se reutilizan las aguas provenientes del lavamanos, las que comúnmente traen jaboncillo.

Debido a esto último, el estanque donde se almacenan estas dos aguas tendrá las características de una cámara desgrasadora convencional. Una vez hecho el proceso de reciclaje y limpieza de las aguas, estas son conducidas al estanque del WC mediante un sistema de elevación mecánica.

- Producción energética: la producción de energía se entrega por diez paneles fotovoltaicos que estarán ubicados en la cubierta norte de la vivienda.
- Agua caliente sanitaria: se obtiene a través del uso de un termo eléctrico de 120 litros.

**DIAGRAMA N°7:**
**ESQUEMA DE VENTILACIÓN PASIVA**

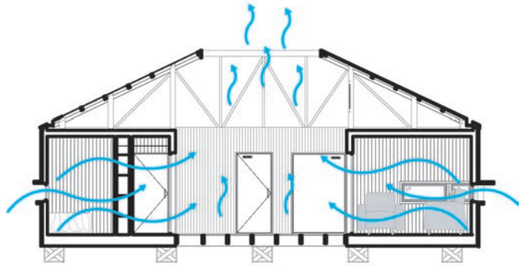
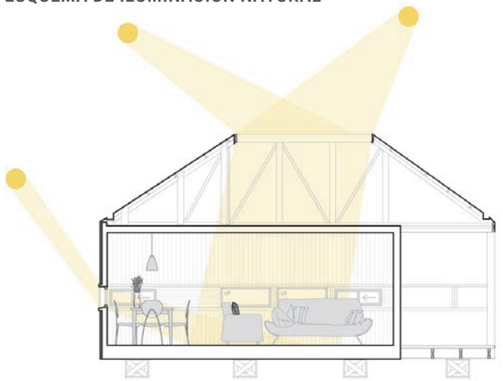


**DIAGRAMA N°8:**
**ESQUEMA DE ILUMINACIÓN NATURAL**



- Diseño estructural modular: Este sistema constructivo permite reducir el impacto de la faena, los tiempos de construcción y los recursos utilizados:
  - » Casa Lafken-Che se construyó mediante tres módulos industrializados. Su sistema constructivo es a base de madera con arrostramientos de placa OSB y placas de terciado de pino, las cuales conforman los paneles SIP.
  - » Los módulos se sitúan en un diafragma de piso resistente para el posterior levantamiento mediante grúas que las posicionen en su ubicación final, y su montaje, compuesto por un envigado de madera de 2 x 5" separadas a 40 cm, reforzada por una doble viga en la zona perimetral, arriostradas con placas OSB de 11.1 mm y un piso superior a base de placa de terciado estructural de 18 mm terminada en una sobrelosa de hormigón de 50 mm.
  - » Los muros son de tabiquería liviana de paneles SIP de 75 mm, con bastidor de pieza de madera de pino y placa de OSB y placas de terciado por el interior.
  - » Como revestimiento exterior se ocuparon placas metálicas, creando una cámara de aire.

**DIAGRAMA N°9:**
**LIVING/COMEDOR**

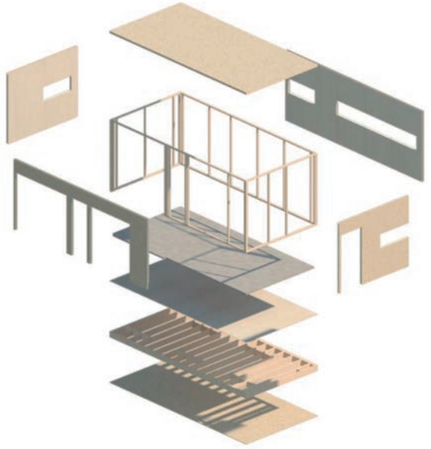


**DIAGRAMA N°10:**
**COCINA/BAÑO**

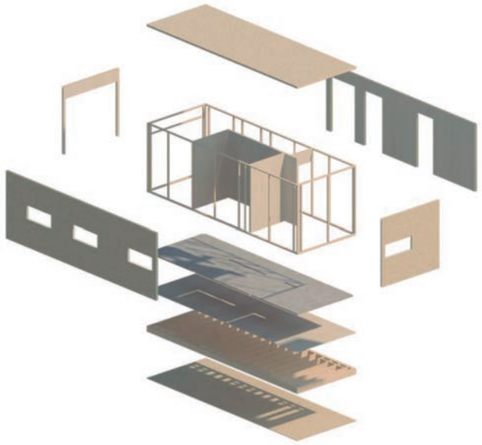
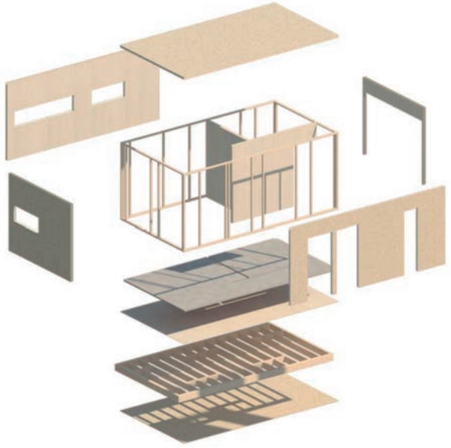
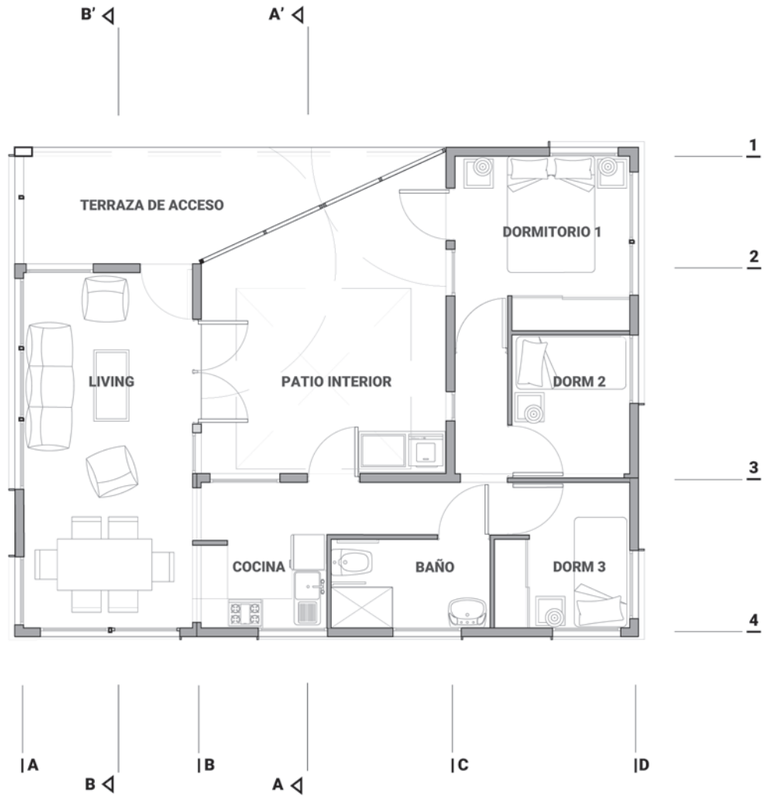


**DIAGRAMA N°11:**
**DORMITORIOS**



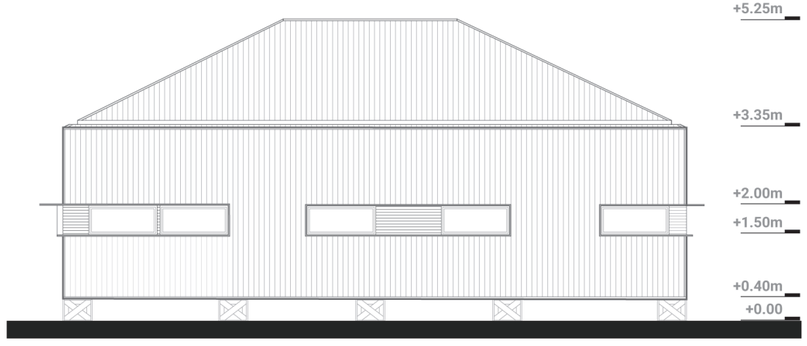


**PLANIMETRÍA N°20:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**

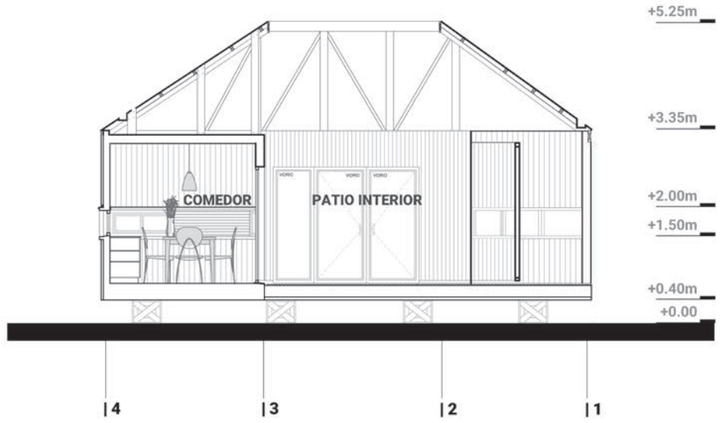


**PLANIMETRÍA N°21:**
**ELEVACIÓN NORTE**
**ESCALA 1:100**

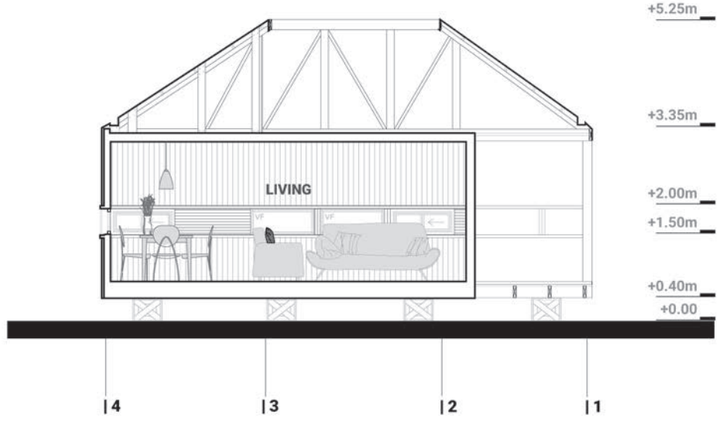
**PLANIMETRÍA N°22:**
**ELEVACIÓN SUR**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°23:**
**CORTE TRANSVERSAL A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°24:**
**CORTE TRANSVERSAL B-B'**
**ESCALA 1:100**



# PROCESOS CONSTRUCTIVOS

El equipo Wallmapu llegó a la Villa Solar el día 17 de abril a trazar su terreno y posicionar las fundaciones superficiales, para luego instalar los módulos del prototipo. Una vez realizado este proceso construyeron la cubierta, finalizaron las terminaciones de la vivienda y comenzaron a operar los sistemas de la casa.

La modularización de casi la totalidad de la vivienda permitió que el equipo ajustara la planificación de la etapa de montaje a los tiempos establecidos en la competencia.

Recepción de obra: 29 de abril.

| TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN | | MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO |
|---|---|---|
| Prefabricación | Montaje | |
| 15 días - módulos de recintos interiores. | 10 días | Una grúa pluma, un camión de 7 m y otro de 14 m. Cuatro maestros |

53.

54.

53. Instalación de revestimiento de la cubierta / 54. Montaje de los tres módulos de la vivienda.

# EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

La evaluación de la vivienda se realizó mediante pruebas juradas y pruebas medidas por medio de la instalación de sensores en el centro geométrico en dos recintos al interior del prototipo, como se detalla a continuación:

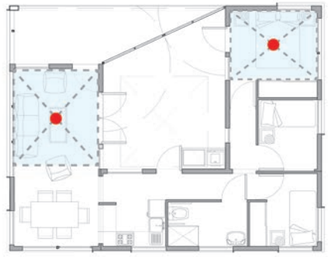
DORMITORIO:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Altura de instalación: 1.20 m

ESTAR:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Aire $CO_2$
- Altura de instalación: 1.20 m

**PLANIMETRÍA N°25:**
**PLANTA DE PRIMER NIVEL CON POSICIONAMIENTO DE SENSORES: ESCALA 1:200**



Casa Lafken-Che obtuvo el cuarto lugar de Construye Solar 2017 y su desempeño implicó los siguientes resultados en las diez pruebas del concurso y en las mediciones realizadas durante los días de competencia:

## RESULTADO EN LOS 10 DESAFÍOS

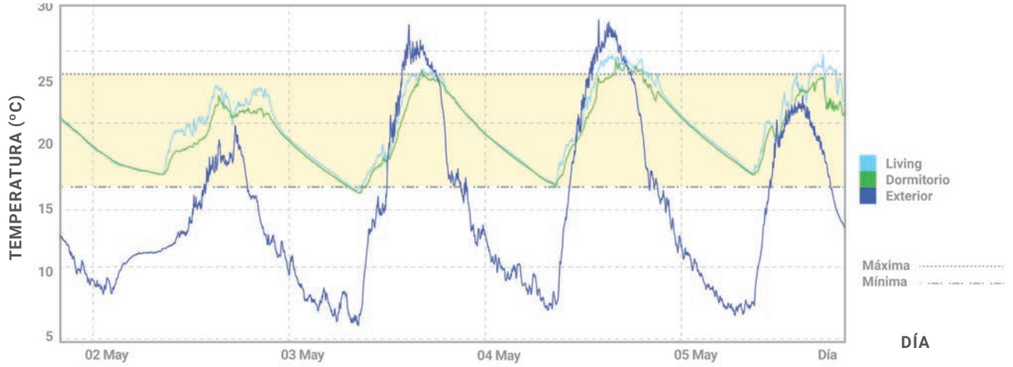
1. Prueba 01: Arquitectura: 67.65 pts.
2. Prueba 02: Ingeniería y Construcción: 33.60 pts.
3. Prueba 03: Uso del Agua: 47.52 pts.
4. Prueba 04: Eficiencia Energética: 79.47 pts.
5. Prueba 05: Bienestar y Comodidad: 74.44 pts.
6. Prueba 06: Funcionamiento de la Vivienda: 75.68 pts.
7. Prueba 07: Comunicación y Conciencia Social: 75.24 pts.
8. Prueba 08: Diseño Urbano y Asequibilidad: 55.28 pts.
9. Prueba 09: Innovación: 47.85 pts.
10. Prueba 10: Sustentabilidad: 89.40 pts.

## RESULTADOS DE DESEMPEÑO MEDIDO

- Uso de agua: 1335 l

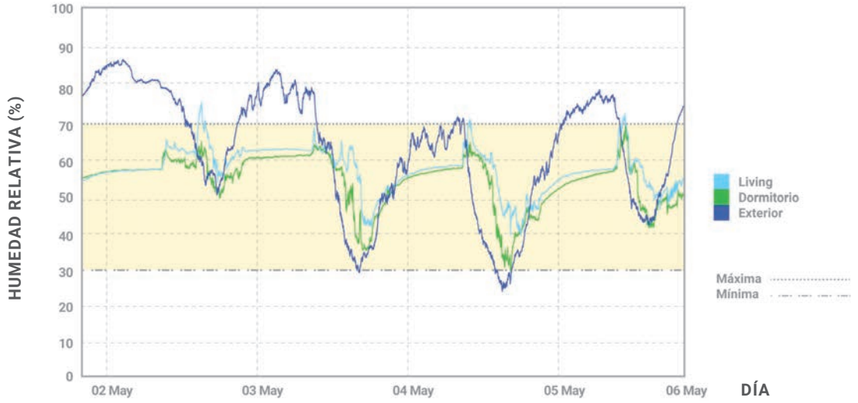
- Balance energético kwh:
  - » Producción: 20.31
  - » Consumo: 27.61
  - » Balance: -7.30, mejor balance de la competencia.
- Concentración de $CO_2$: 862.72 ppm

**GRÁFICO N°7:**
**TEMPERATURA INTERIOR**




- A través del gráfico de temperatura se demuestra que tanto el living como el dormitorio registraron casi un 100 % del periodo dentro del rango de confort, con intervalos cortos de sobrecalentamiento durante las tardes de los días 4 y 5 de mayo. Las fluctuaciones de temperatura al interior fueron mucho menos pronunciadas que las del exterior. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura al público.

**GRÁFICO N°8:**
**HUMEDAD RELATIVA**




- El gráfico de humedad relativa muestra un excelente comportamiento, con mediciones dentro del rango óptimo de 30 % – 70 % durante la mayor parte del tiempo. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura al público.



## FUTURO DEL PROYECTO

Casa Lafken-Che fue donada a la Municipalidad de Temuco, institución que instalará la vivienda en el parque urbano Corcolén ubicado al interior de la ciudad, donde cumplirá el rol de educar a los habitantes en materia de construcción sustentable.

## EQUIPO

Wallmapu está constituido principalmente por estudiantes y docentes de la Escuela de Arquitectura de la sede de Temuco de la Universidad Mayor, quienes diseñaron el proyecto y realizaron el primer montaje de la vivienda en su ciudad. Luego, en la Villa Solar, recibieron el apoyo de los estudiantes de la misma carrera de la sede de Santiago.

El desafío se abordó como proyecto de título de los alumnos Catalina Sepúlveda y Camilo Ortega, quienes recibieron apoyo de sus compañeros para continuar desarrollando la vivienda en cuanto a las distintas especialidades involucradas.

### PROFESORES GUÍA:

Gonzalo Verdugo, docente, capitán del equipo.

### EQUIPO DE ALUMNOS (ARQUITECTURA):

1. Encargado de arquitectura y diseño del proyecto: Camilo Ortega
2. Encargado de diseño del proyecto y subcapitán del equipo: Catalina Sepúlveda
3. Encargado de auspicios: Isabella Norambuena
4. Encargado de difusión: Estefanía Cox
5. Equipo de construcción en altura:
   a. Socimo Riffo
   b. Felipe Paillavil
   c. Neyer Navarrete
6. Equipo de construcción en suelo:
   a. Felipe Pastene
   b. Nicolás Retamal
   c. Bayron Saldivia
   d. William Frías
   e. Walter Rogel
7. Equipo de Diseño:
   a. Gabriela Flores
   b. Valentina Morales
   c. Daniela Moya
   d. Isabella Norambuena

### PROFESORES COLABORADORES:

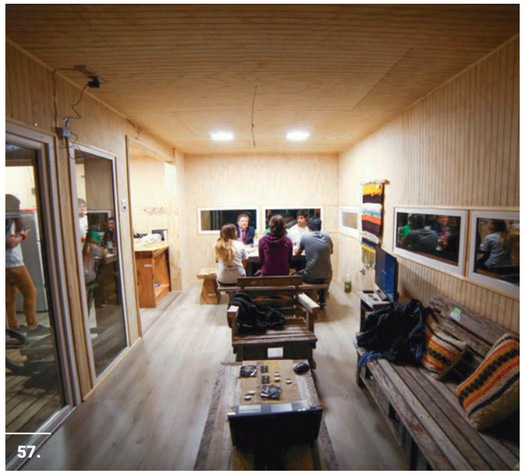
1. Javiera Ibarra, docente Escuela de Arquitectura
2. Pablo Campomanes, docente Escuela de Arquitectura

### PROFESIONALES COLABORADORES:

1. Encargado de ingeniería, ingeniero electrónico, especialista en energías renovables: Felipe Andrade
2. Encargado de comunicaciones, periodista: Andrés Vargas

55. Equipo Wallmapu.

56.


57.

58.

56. Foto aérea de montaje de la vivienda / 57. Living comedor. Realización de tarea de la competencia Cena / 58. Montaje de la vivienda, fachada poniente.

59.

60.

61.

59. Living, explicación de la vivienda a público / 60. Jurado de la Prueba 2: Ingeniería y Construcción, discutiendo sobre el proyecto con el equipo Wallmapu, en el patio central interior de la casa / 61. Equipo junto al jurado de la Prueba 3: Uso de Agua. Fachada norte.

# CASA WILLKALPA
## UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La Casa Willkallpa fue diseñada como una solución de vivienda solar sustentable para Tarapacá.

El eje central de la propuesta se basa en el desarrollo de un bloque para la construcción, llamado Pirqawaya, ocupando como material principal los desechos de plástico generados por la minería que opera en la zona norte y la región.

Esta propuesta constituye un avance para las líneas de desarrollo de estrategias locales tanto para la generación de competencias, como para el manejo de los residuos regionales.

La casa se ha diseñado considerando las condicionantes solares características de la zona, definiendo espacios que aprovechen esta cualidad, de ahí el nombre de la propuesta, que significa "potencia del sol". Por otro lado, toma en toda su configuración, las proporciones y elementos necesarios para la accesibilidad universal, considerando una medida mínima de 1,5 m en los espacios de movilidad cotidiana.

La estructura soportante se construye con madera acerrada modulada en 3 x 3 m y a submódulos de 1.5 m y un sistema de fundación en base a poyos de hormigón armado, de bajo impacto en el terreno.

### FICHA TÉCNICA

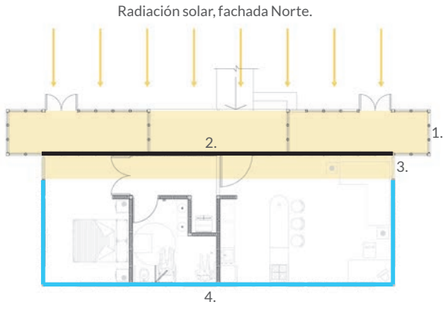
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Destino de Vivienda** | Rural. | | | | | | |
| **Distribución** | Cocina + living-comedor + 1 Dormitorio + 1 baño. | | | | | | |
| **Área Total Construida** | 54 m² interior + 6 m² exterior = 60 m². | | | | | | |
| **Coste Estimado** | $22.500.000 CLP. | | | | | | |
| **Permite Ampliación/Modificación** | Ampliación modular de 1,2 x 2,6 m. | | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Prefabricación de bloques de PET reciclado. In situ: colocación de los pies derechos. | | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Madera. | | | | | | |
| **Material Aislante** | Bloques huecos y macizos de material reciclado PET y Panel SIP en techo y suelo. | | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Sistema termosolar: estanque de 120 litros. Dieciséis paneles fotovoltaicos de 200 w c/u. Ocho en paralelo y ocho en series con dos inversores. | | | | | | |
| **Innovación** | 6 m² de invernadero que capta calor. Bloque de PET reciclado. | | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **No** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** | |
| **Valores de Transmitancia Térmica U [W/(m²K]** | **PISO VENTILADO** | **0.510** | **MUROS** | **0.240** | **TECHUMBRE** | **0.730** | |
| **Solución Aislamiento Envolvente** | Terciado 16 mm + EPS 50 mm + terciado 16 mm. | | Paño compuesto por pies derechos de pino y bloques termoplásticos de 100 mm. | | Teja asfaltica 6 mm + terciado 18 mm + entramado madera con EPS de 50 mm + placa yeso-cartón 10 mm. | | |

## ESTRATEGIAS

Además de la creación de un nuevo material reciclado, y con ello una mejor gestión de los desechos, el prototipo integra estrategias pasivas de climatización, tales como:

1. Galería de efecto invernadero en fachada norte: constituye un espacio intermedio, captador de calor mediante la radiación solar directa.
2. Muro acumulador: primera piel que actúa como masa térmica, compuesto por bloques acumuladores, que almacenan energía durante el día y la liberan al interior de la vivienda durante la noche.
3. Segunda galería: pasillo longitudinal que conecta los recintos de la vivienda.
4. Muros aislantes: parte de la envolvente de la vivienda construido con bloques aislantes, los que incluyen una cámara de aire en su interior.

**DIAGRAMA N°12:**
**ESTRATEGIAS PASIVAS DE CLIMATIZACIÓN**

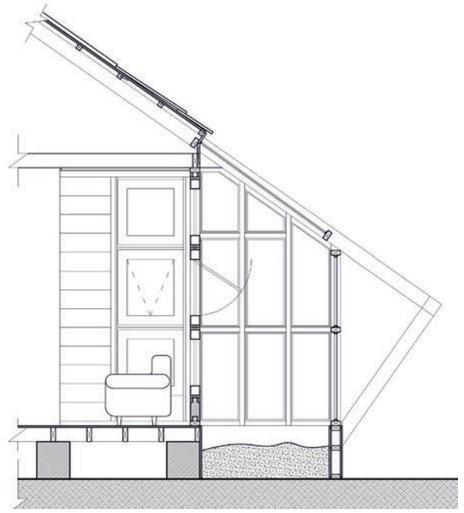



## VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN NATURAL

Se propone integrar la iluminación natural principalmente desde la fachada norte mediante ventanas termopanel de vanos controlados manualmente en doble vidrio batiente, manteniendo el calor al interior de la vivienda en invierno y abatibles durante el día para la renovación de aire y ventilación cruzada, según las necesidades de confort térmico del usuario.

Los vanos propuestos son ubicados en el sentido norte - sur y este - oeste de la vivienda, a distinta altura; asegurando ventilación cruzada e iluminación natural de los recintos.

**PLANIMETRÍA N26:**
**DETALLE DE GALERÍA DE EFECTO INVERNADERO**



## BLOQUE PIRQAWAYA

Su nombre proviene del aymara que significa “construcción de un muro por partes” y es un elemento de construcción que utiliza como materia prima material termoplástico polimérico reciclado. 30.000 botellas PET fueron utilizadas en el prototipo Willkallpa.

### CARACTERÍSTICAS

- Las uniones entre un bloque y otro son a través del encaje de las piezas. Posee una estructura convexa en la parte superior y una cóncava en su parte posterior que constituye la traba en el sentido vertical, prescindiendo así de alguna argamasa para su unión. Además, tiene dos muescas en cada extremo que le permiten encajar con el elemento estructural que se utilice.

- El encaje horizontal está diseñado para empalmar con un elemento estructural de perfil rectangular de 5 cm de espesor en cualquier materialidad.

### DATOS TÉCNICOS

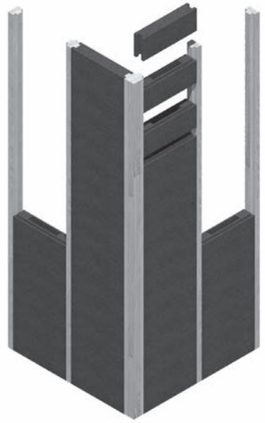
- Conductividad térmica: 0,27 – 0,50W/m2°C
- Resistencia térmica funcional: 0,44 – 4,01 m2°C/W
- Largo unidad: 550 mm
- Alto unidad: 220 mm
- Espesor unidad: 100 mm
- Peso unidad: 10,5 – 10,9 kg
- Largo panel: 550 mm
- Alto panel: 2400 mm
- Espesor panel: 100 mm
- Peso panel: 252 – 257 kg

**DIAGRAMA N°13:**
**SISTEMA CONSTRUCTIVO EN BASE A BLOQUES PIRQAWAYA**

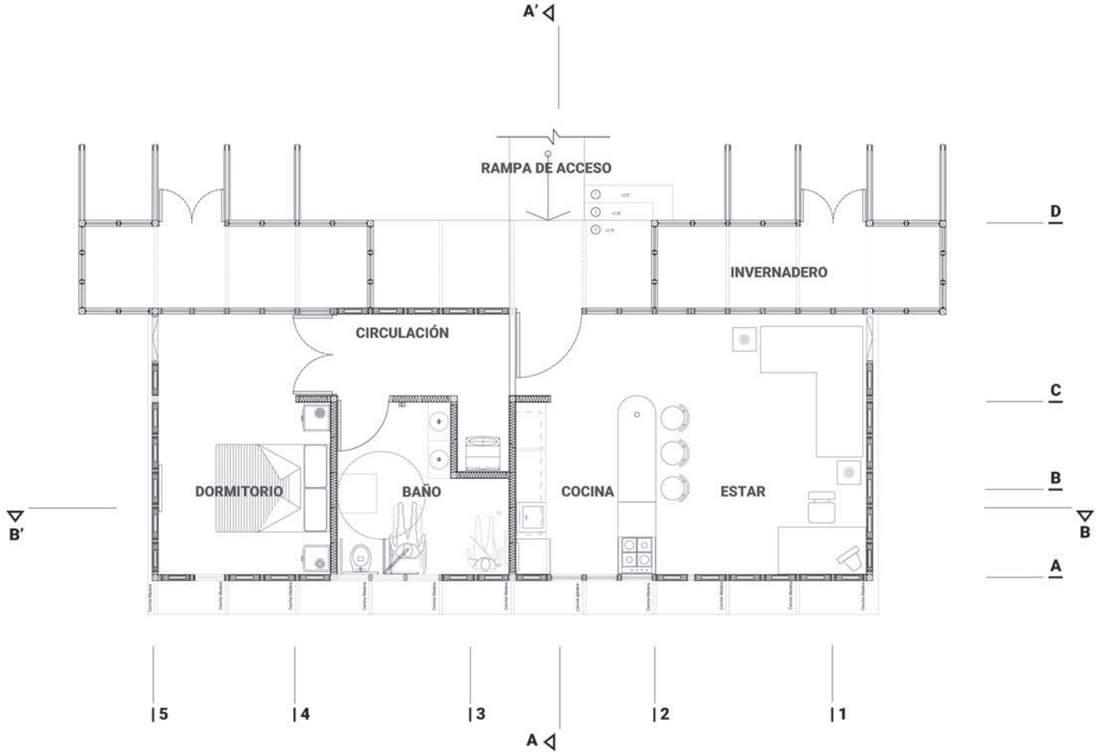
Bloque acumulador.

Bloque aislante.

Sistema constructivo.

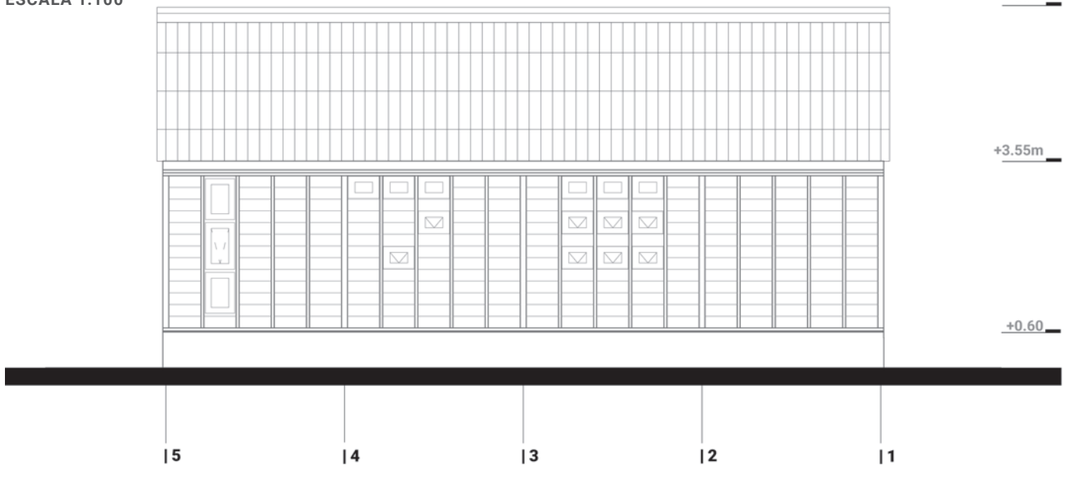


**PLANIMETRÍA N°27:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**

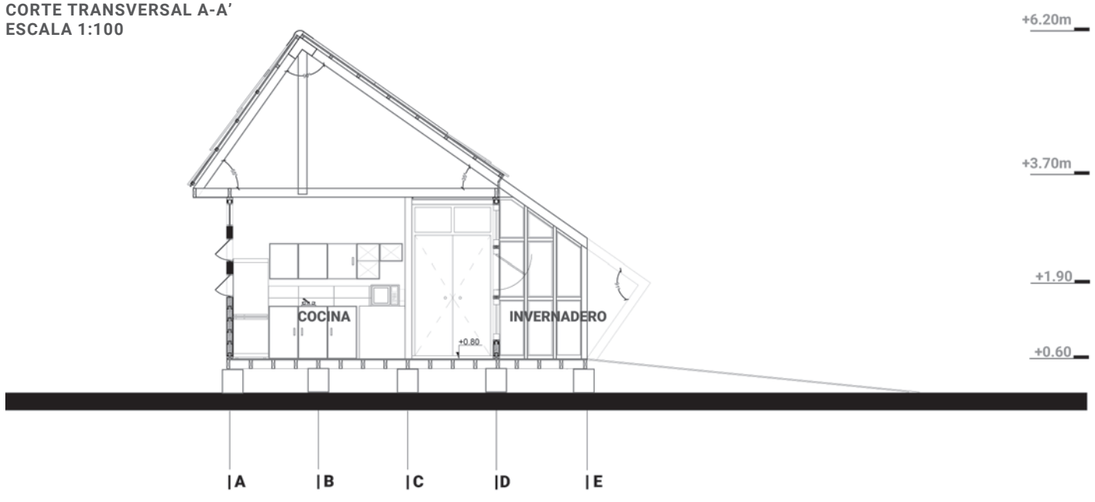


**PLANIMETRÍA N°28:**
**ELEVACIÓN NORTE**
**ESCALA 1:100**

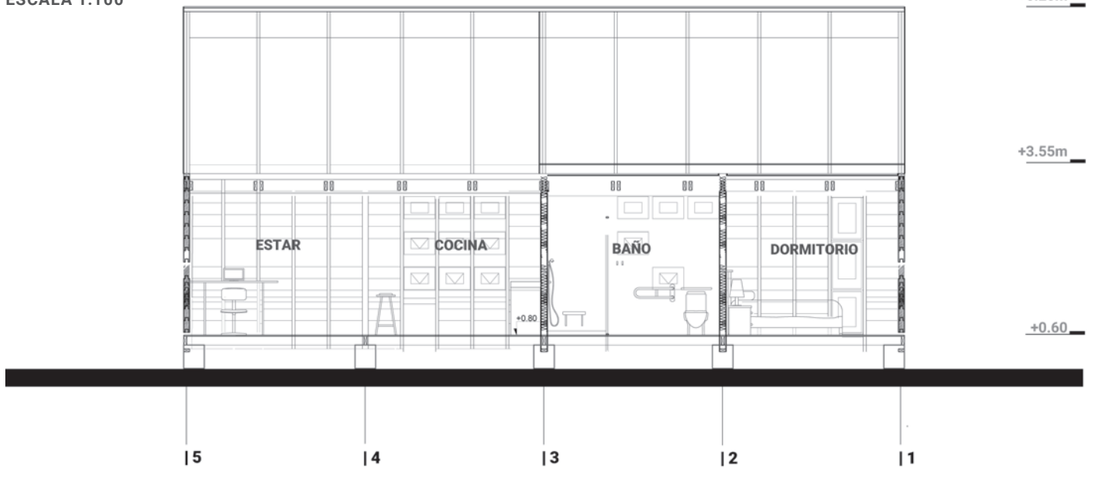
**PLANIMETRÍA N°29:**
**ELEVACIÓN SUR**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°30:**
**CORTE TRANSVERSAL A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°31:**
**CORTE LONGITUDINAL B-B'**
**ESCALA 1:100**



# PROCESOS CONSTRUCTIVOS

La recepción de obra de Casa Willkallpa se realizó el 30 de abril. El equipo tomó como elección la construcción total de la vivienda *in situ*, a excepción de los bloques Pirqawaya, que fueron prefabricados en dependencias de la Universidad Arturo Prat y los módulos de cubierta que llegaron a la Villa Solar prearmados.

| TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN | | MAQUINARIA Y EQUIPO DE TRABAJO |
|---|---|---|
| **Prefabricación** | **Montaje** | Un camión pluma. Cuatro maestros, más ayudante. |
| Bloques: 1 mes. | 11 días | |

62.

63.

62. Ajuste de uniones de bloques Pirqawaya para instalación entre pies derechos / 63. Montaje del prototipo.

# EVALUACIÓN DE LA VIVIENDA

La evaluación de la vivienda se realizó mediante pruebas juradas y pruebas medidas mediante la instalación de sensores en el centro geométrico en dos recintos al interior del prototipo, como se detalla a continuación:

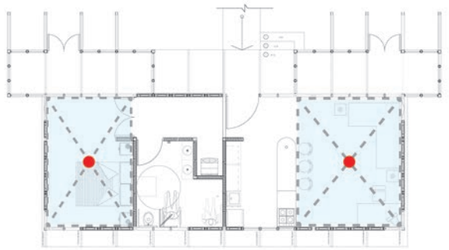
DORMITORIO:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
- Altura de instalación: 1.60 m

ESTAR:

- Sensores instalados:
  - » Temperatura °C
  - » Humedad relativa %
  - » Aire $CO_2$
- Altura de instalación: 2.85 m

**PLANIMETRÍA N°32:**
**PLANTA DE 1ER NIVEL**
**CON POSICIONAMIENTO DE SENSORES:**
**ESCALA 1:200**



La Casa Willkallpa obtuvo el quinto lugar de Construye Solar 2017 y su desempeño implicó los siguientes resultados en las diez pruebas del concurso y en las mediciones realizadas durante los días de competencia:

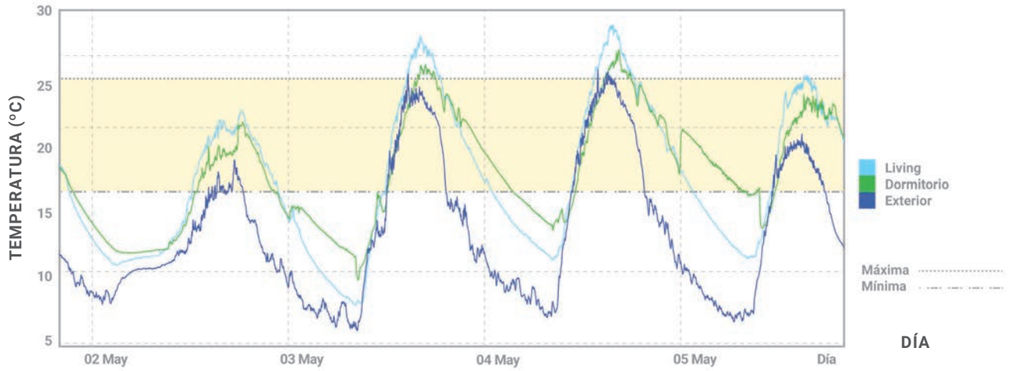
## RESULTADO EN LOS 10 DESAFÍOS

1. Prueba 01: Arquitectura: 52.80 pts.
2. Prueba 02: Ingeniería y Construcción: 26.10 pts.
3. Prueba 03: Uso del Agua: 6.60 pts.
4. Prueba 04: Eficiencia Energética: 32.43 pts.
5. Prueba 05: Bienestar y Comodidad: 55.27 pts.
6. Prueba 06: Funcionamiento de la Vivienda: 71.67 pts.
7. Prueba 07: Comunicación y Conciencia Social: 60.77 pts.
8. Prueba 08: Diseño Urbano y Asequibilidad: 55.28 pts.
9. Prueba 09: Innovación: 40.74 pts.
10. Prueba 10: Sustentabilidad: 89.60 pts.

## RESULTADOS DE DESEMPEÑO MEDIDO

1. Uso de agua: 2585 litros.
2. Balance energético kwh:
   - » Producción: 18.97
   - » Consumo: 35.61
   - » Balance: -16.64
3. Concentración de $CO_2$: 525,59 ppm, menor índice de la competencia.

**GRÁFICO N°9:**
**TEMPERATURA INTERIOR**




- Si bien la vivienda alcanzó el confort térmico en una gran parte del periodo, se registraron bastantes horas de frío extremo en la vivienda. Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura al público.

**GRÁFICO N°10:**
**HUMEDAD RELATIVA**

- El gráfico de humedad relativa presenta un buen desempeño, con registros que reflejan un leve periodo del tiempo con valores por debajo de la banda de humedad ideal (30 % – 70 %). Este gráfico considera como intervalo de medición todo el período de exhibición de la vivienda, incluyendo los tiempos de apertura al público.



# FUTURO DEL PROYECTO

La vivienda Willkallpa será ubicada en la ciudad Pozo Almonte, capital de la Provincia del Tamarugal y como proyecto, con el apoyo de la compañía minera Collahuasi, continuará su desarrollo, instaurándose en la Universidad Arturo Prat como un laboratorio de experimentación en torno a la construcción de viviendas solares sustentables, generando nuevos prototipos de estudio y una plataforma de investigación para sus alumnos y académicos.

## EQUIPO

El equipo Willkallpa destacó por su capacidad de integrar profesionales de diferentes disciplinas en el desarrollo del proyecto, vinculando a las Facultades de Ingeniería y Arquitectura.

## EQUIPO PIRQAWAYA:

1. Docentes:
   a. Miguel Segovia Rivera, ing. civil ambiental
2. Estudiantes:
   a. Francisco Galleguillos Campos, ing. civil industrial
   b. Valentina Zamudio Solís, ing. civil industrial
   c. Claudio Corrales Berríos, ing. civil ambiental
   d. Nathalia Garay Cisternas, ing. civil ambiental
   e. Damaris Castro Urquieta, ing. civil ambiental
   f. Karen Pacheco Milla, ing. civil ambiental
   g. Jorge Flores Chamaca, ing. civil ambiental

## EQUIPO ARQUITECTURA:

1. Docentes:
   a. Carmen Valdivieso Vega, arquitecto
   b. Patricio Julio Egaña, arquitecto
2. Estudiantes:
   a. Julián Flores, arquitecto
   b. Pablo Acuña, arquitecto
   c. Paulina Rosso, arquitecto

## EQUIPO STAFF:

1. Docentes:
   a. Raúl Castillo Villagra, ing. civil industrial
   b. Cristián Castillo Aqueveque, ing. civil electrónico
   c. Karen Flores, ing. prevención de riegos
2. Equipo Comunicaciones:
   a. Docentes:
   - Manuel Corvalán Vilches, arquitecto y diseñador
   - Vesna Obilinovic González, arquitecto
   b. Estudiantes:
   - Diana Cortez Garín, ing. civil industrial
   - Abedt Lovera Oyanedel
3. Equipo Electrónica:
   a. Estudiantes:
   - Nicolás Gook Díaz, ing. civil electrónico

64.

64. Equipo FIA UNAP, Universidad Arturo Prat.

65.

66.

67.

65. Bloque Pirqawaya / 66. Jurado de Prueba 3: Uso de Agua, junto al equipo en el living-comedor de la vivienda / 67. Vista nocturna de la fachada norte, acceso a la casa.

68.

69.

70.

68. Jurado de Prueba 3: Uso de Agua, junto al equipo en el living-comedor de la vivienda / 69. Realización de la tarea de la competencia Cena / 70. Fachada norte de la vivienda.

# CÁSCARA HABITABLE
## UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

La Casa Cáscara Habitable se diseñó considerando como emplazamiento la comuna de Quilicura, en la falda norte del Cerro Renca. Se planteó como una vivienda versátil, adecuable a distintos grupos familiares y su crecimiento, mediante un volumen de doble altura, con espacios que permitan la ampliación de la vivienda en un segundo nivel, y espacios flexibles con distintas configuraciones, albergando variadas actividades en un mismo lugar.

Sus muros perimetrales cumplen un segundo rol, siendo "muros servidores" con los equipamientos necesarios para el funcionamiento de la casa, respondiendo además, a las necesidades de almacenaje de sus habitantes a través de la integración de mobiliario diseñado por Grupo 33 para dichos efectos.

## ESTRATEGIAS

El clima mediterráneo de la zona y la gestión de los recursos guiaron los lineamientos de diseño del proyecto y las siguientes estrategias bioclimáticas:

1. **Pilotes:** la vivienda se construye arriba de cimientos sobre el terreno, adaptándose a su pendiente, pero sin entrar en contacto con la superficie, evitando el traspaso de humedad desde esta y propiciando la ventilación bajo la casa.
2. **Techo Mariposa:** la cubierta se diseñó a dos aguas con una pendiente que baja hacia el centro, buscando recolectar las aguas lluvias que se direccionan a través de una canaleta hacia el muro oeste, por donde bajan y se almacenan en un tanque recolector, para su posterior uso. La cubierta presenta dos tipos de inclinación, la mitad sur de 53 %, en donde se posicionan los paneles fotovoltaicos y el sistema termosolar, y la mitad norte tiene una inclinación del 10 %.
3. **Chimenea:** se ubica al interior del volumen central de la casa, al costado sur del baño. Consiste en un sistema que permite ventilar y refrescar la vivienda mediante la extracción del aire, a través de aperturas controlables en la parte superior, creando así, una corriente de aire ascendente.
4. **Filtro Verde:** esta estrategia busca refrescar y humidificar la vivienda en los meses calurosos del año, mediante el diseño de una fachada vegetal en el lado oeste del proyecto. Se utilizan arbustos trepadores o enredaderas de crecimiento rápido y hoja perenne, que en invierno posibilitan la entrada de luz y radiación solar.
5. **Muro Trombe:** aprovechando la energía solar que incide directamente en la fachada norte, se crea un muro acumulador interior, una cámara de aire y un vidrio exterior. El aire al interior se calienta y se controla mediante el manejo de cuatro compuertas, dos en el muro acumulador y dos en el vidrio exterior, en la parte inferior y superior de cada elemento, éstas se cierran y abren dependiendo de la estación del año y las horas del día, produciendo la calefacción o refrigeración del ambiente interior.
6. **Aberturas:** los ventanas de la casa se han dispuesto considerando la iluminación natural y las vistas de los espacios habitables teniendo cuidado en sus dimensiones y cantidad, muchos elementos propensos a la filtración y perdidas o ganancias de calor.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribución** | Cocina + comedor desmontable+ 2 dormitorios desmontables + 3 escritorios desmontables + 1 baño + 1 altillo. | | | | | |
| **Superficie interior útil** | 58,5 m$^2$. | | | | | |
| **Coste estimado** | $20.849.475 CLP. | | | | | |
| **Permite ampliación/Modificación** | Ampliación de 20 m$^2$ en el segundo piso. | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Vivienda diseñada en seis módulos principales, dos con obra gruesa construida previo a la Villa Solar, el resto de la obra fue construida en el evento. | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Madera. | | | | | |
| **Material Aislante** | Paneles SIP + Membrana hidrófuga impermeable. | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Energía fotovoltaica: nueve paneles solares de 250w. Agua caliente sanitaria: sistema termosolar. | | | | | |
| **Innovación** | Diseño de un núcleo de servicios sanitarios que permite el reciclaje de aguas lluvias, climatiazación de la vivienda mediante la estrategia "Efecto Chimenea", flexibilidad de los espacios. | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** |

**DIAGRAMA N°14:**
**ESTRATEGIAS PASIVAS DE ILUMINACIÓN Y TEMPERATURA**

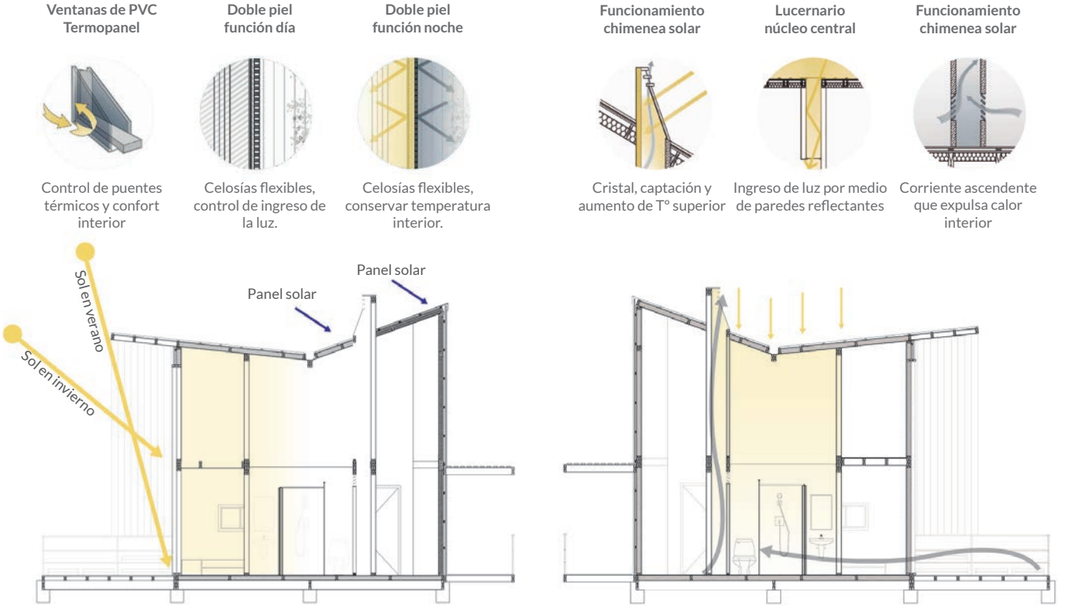
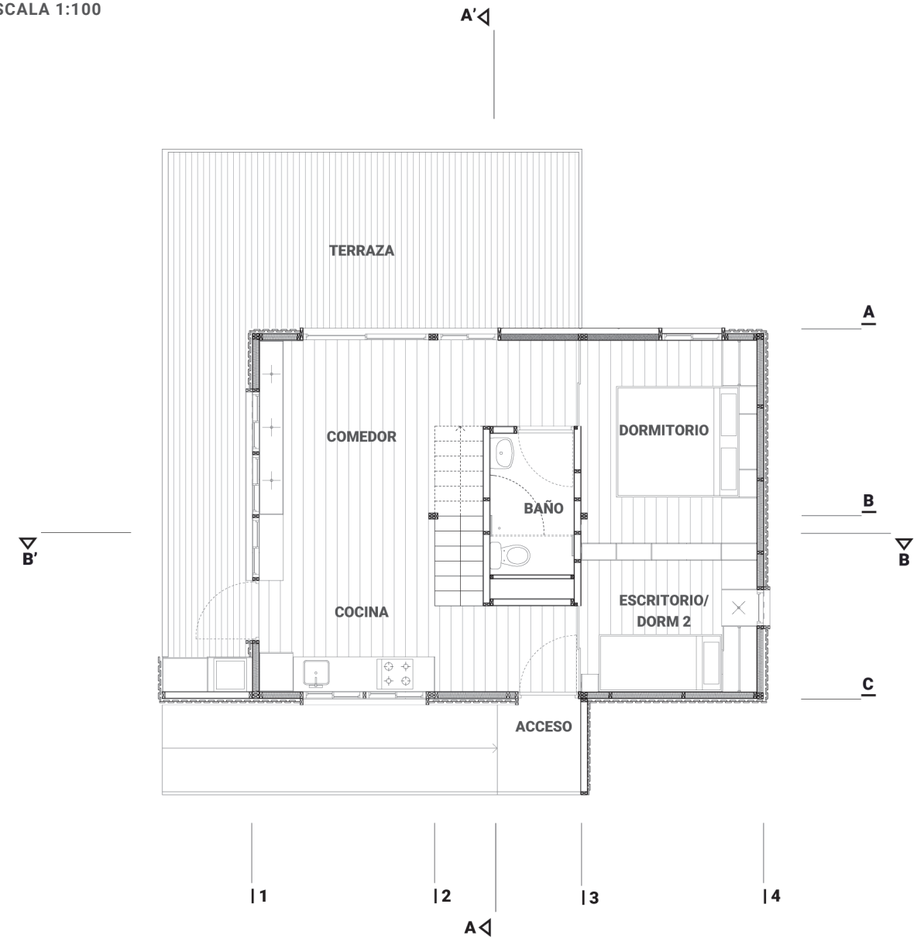
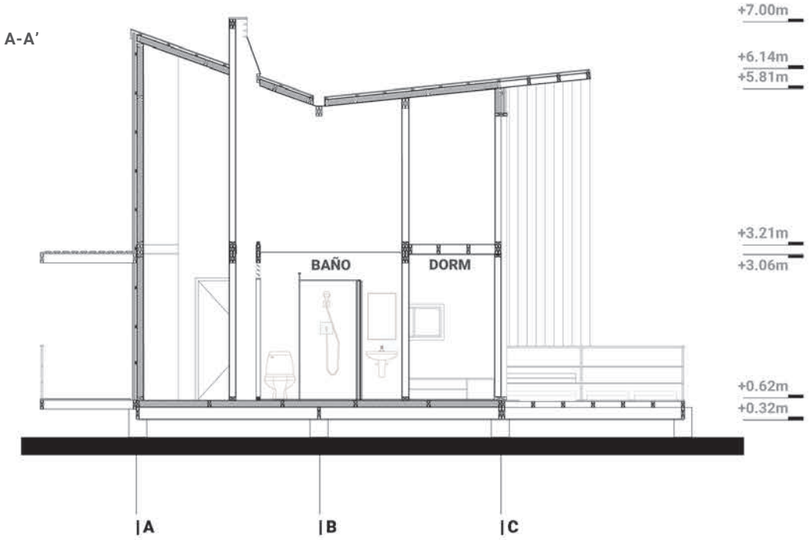



**DIAGRAMA N°15:**
**ESTRATEGIAS PASIVAS DE ILUMINACIÓN Y TEMPERATURA**

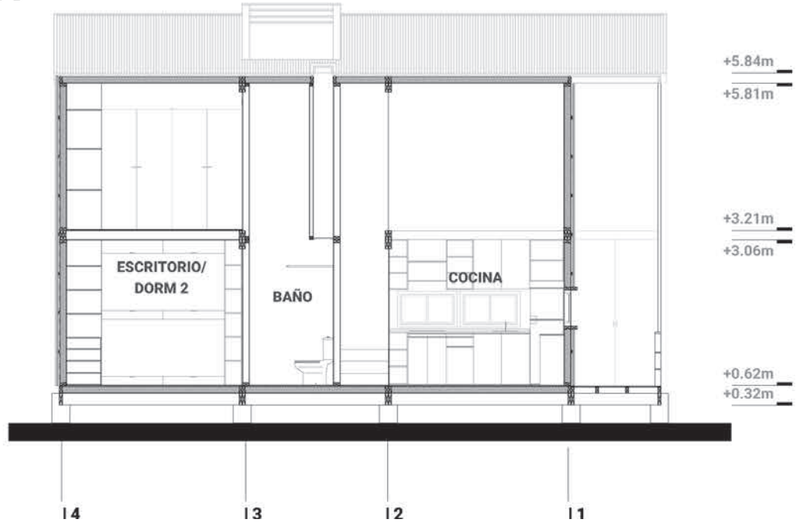
**PLANIMETRÍA N°33:**
**PLANTA 1ER NIVEL**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°34:**
**CORTE TRANSVERSAL A-A'**
**ESCALA 1:100**




**PLANIMETRÍA N°35:**
**CORTE LONGITUDINAL B-B'**
**ESCALA 1:100**



71.

72.

73.

71. Instalación de módulos prefabricados, en Villa Solar / 72. Construcción del prototipo / 73. Render del proyecto.



# EQUIPO

El equipo Grupo 33, en sus inicios, estuvo compuesto por estudiantes de arquitectura que tomaron el desafío como tema de título para finalizar su carrera, y a medida que el proyecto se iba desarrollando incluyeron a profesionales de otras disciplinas.

## PROFESORES GUÍA:

1. Arquitectura
   a. José Guerra Ramírez
   b. José Luis Santelices
   c. Claudio Galeno
   d. Augusto Angellini
   e. Massimo Palme
2. Ingeniería Civil:
   a. Jorge Omerovi

## EQUIPO DE ESTUDIANTES

1. Arquitectura
   a. Gustavo Contreras Covarrubias
   b. Gabriella Massardo García
   c. Constanza Quijada Baeza
   d. Nastassja Rojas Paredes

## ESTUDIANTES DE APOYO

1. Gastronomía: Carlos Segovia Massardo
2. Psicología: Mario Rojas Molina

## PROFESIONALES DE APOYO

1. Ingeniero eléctrico: Guillermo Cabello
2. Prevencionista de riesgos: Edezzia Frozzini
3. Técnico en construcción: Luis Alberto Amigo Opazo
4. Capataz: Sebastián Rivas Moraga
5. Maestro: Juan Meza Meza
6. Maestro: Héctor Quintana Quintana

74.

75.

74. Fachada norponiente / 75. Equipo Grupo 33.

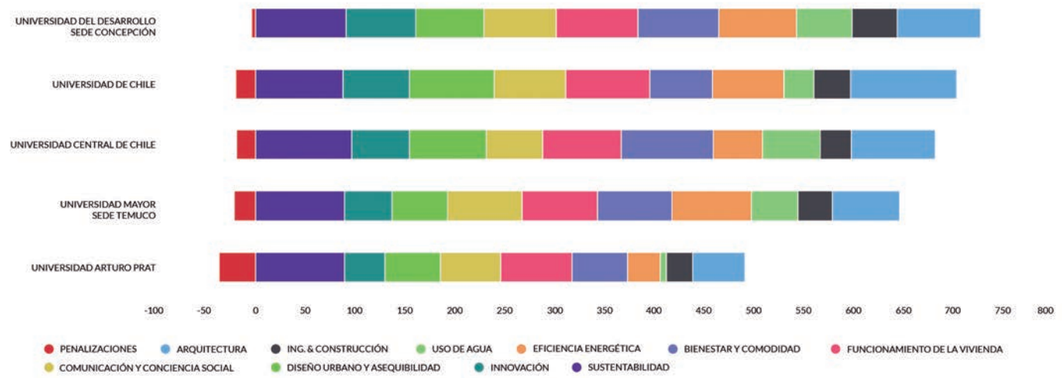
# CONSTRUYE SOLAR 2017
## RESULTADOS FINALES DE LA COMPETENCIA

Tras la evaluación de las casas en competencia, la propuesta Casa S3, del equipo Taller 1/1 de la Universidad del Desarrollo sede Concepción, obtuvo el primer lugar de Construye Solar 2017.

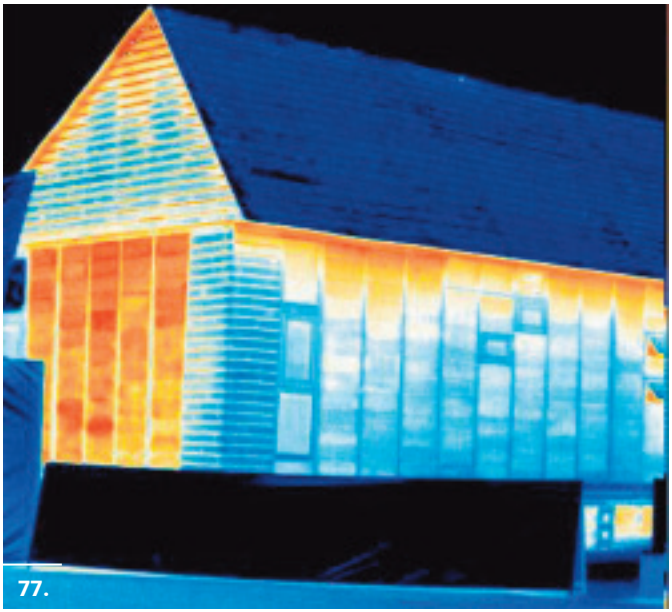
A continuación, se presenta la tabla de posiciones con los puntajes obtenidos por cada casa, tras la evaluación de los diez desafíos del concurso:

- Primer lugar: Casa S3
- Segundo lugar: Casa Cebolla
- Tercer lugar: Módulo Tendal
- Cuarto lugar: Casa Lafken-Che
- Quinto lugar: Casa Willkallpa

### Gráfico de puntajes finales



76. Montaje de viviendas en la Villa Solar 2017.


77.

78.

79.

80.

77. Termografía de Casa Willkallpa, realizada por Marcelo Riquelme de INTRONICA / 78. Estudio de Casa Willkallpa con cámara termográfica / 79. Estudio experimental de desempeño acústico del Módulo Tendal realizado por el curso de Magíster en Eficiencia Energética y Sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) / 80. Estudio de iluminación natural de Casa Lafken-Che, realizado por el curso de Magíster en Eficiencia Energética y Sustentabilidad de la UTEM.

**EQUIPOS**
EXPOSITORES

# UNA VITRINA
de difusión para la
**Construcción Sustentable**

# HARE TAUPEA
## UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

Hare Taupea es una vivienda diseñada para los residentes de Isla de Pascua, considerando sus costumbres y cosmovisión. La cultura del isleño está constituida, entre otras cosas, por estar emplazados en un territorio aislado, rodeado de mar abierto, lo cual moldea a sus habitantes y marca lineamientos de diseño para construir una casa que albergue la manera local de habitar y las condicionantes climáticas del lugar. Es debido a esta reflexión que el equipo estudia los ritos cotidianos de la comunidad y la estructura de los espacios íntimos y colectivos, entre ellos el *Taupea* y el *Manavai*, identificando sus elementos, para luego integrarlos a la propuesta.

Las actividades diarias de los isleños son en su mayoría al exterior, en espacios de reunión y relación social, esta condición se ve reflejada en la flexibilidad de los espacios interiores mediante paneles móviles que permiten delimitar o ampliar un espacio, que a su vez contiene elementos translucidos que permiten la ventilación, iluminación y la vista hacia el exterior manteniendo la permeabilidad del recinto y su conexión con el entorno

## ESTRATEGIAS

Hare Taupea contempla estrategias pasivas de climatización. Además, un territorio aislado implica también problemáticas medioambientales en cuanto al uso de los recursos y la gestión de los desechos producto de la construcción y el manejo del hogar. Frente a esto se plantean soluciones innovadoras como la creación de nuevos materiales para la construcción, entre ellos, una nueva mezcla de hormigón que reemplaza el árido y la grava por vidrio reciclado, entre otros materiales experimentales creados por el equipo.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribución** | Cocina + comedor + sala de estar + 1 dormitorio permanente y 1 temporal + 1 baño + zona de lavado. | | | | | |
| **Superficie interior útil** | 59,2 m$^2$. | | | | | |
| **Coste estimado** | $45.815.263 CLP. | | | | | |
| **Permite ampliación/Modificación** | Ampliación en un segundo nivel, permitido por la doble altura de la cubierta y los paneles modulares de fachada y cerramiento, permitiendo agregar dos dormitorios. | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Instalación *in situ* de elementos prefabricados de apoyo, piso y dos módulos compuestos por paneles modulares fijos y móviles de 3 m de altura x 1,20 m de ancho adaptable, con elementos translucidos. | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Estructura principal: acero, estructura secundaria: madera. | | | | | |
| **Tipo Aislante** | Paneles: papel de diario reciclado, yeso y fibra de polipropileno de 50 mm de espesor. | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Energía fotovoltaica: Cinco paneles solares de 250 w, agua caliente sanitaria: Bomba de calor “Compress 3000 DW FIO” y un sistema solar térmico de 250 litros. | | | | | |
| **Innovación** | Implementación de materiales reciclados. | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** |

81.

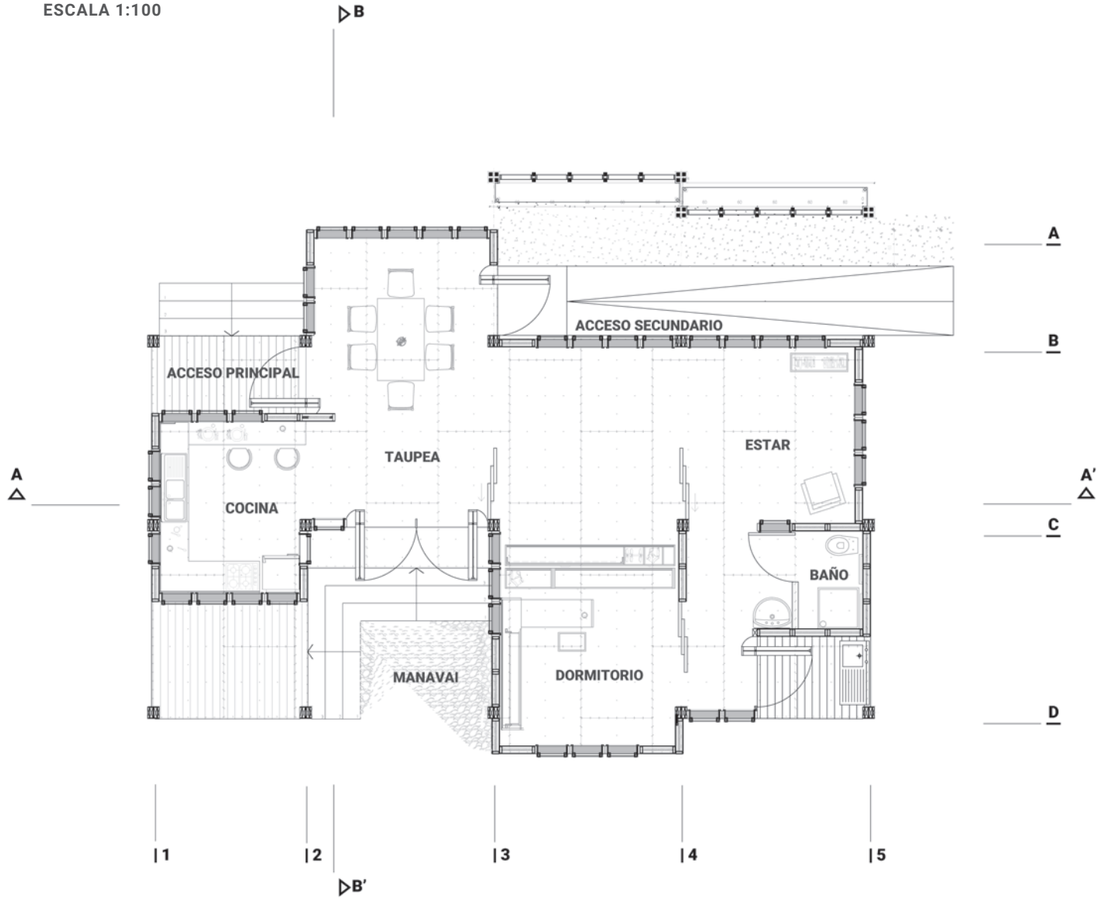
82.

83.

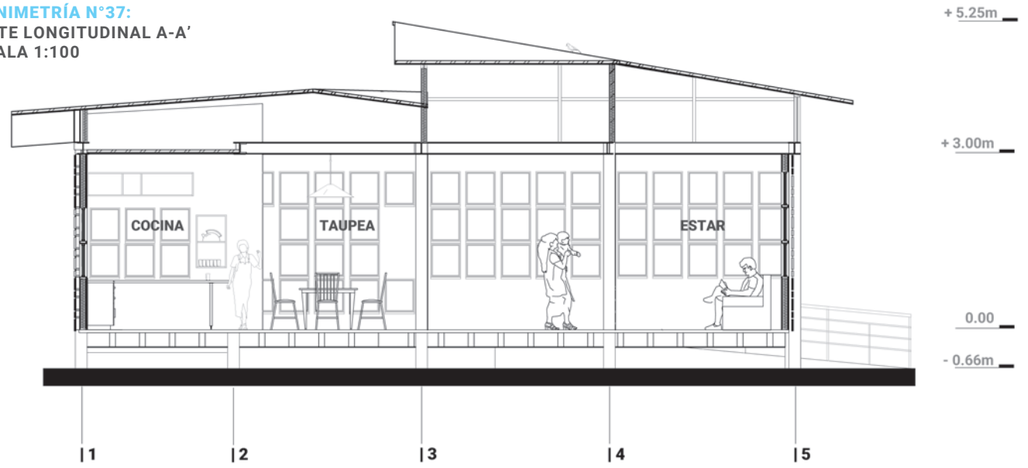
84.

81. Bloque de hormigón con vidrio reciclado / 82. Muestra al público de la Casa Hare Taupea / 83. Instalación del segundo módulo sobre apoyos de hormigón / 84. Exposición al público sobre el funcionamiento de biofiltro para reciclaje de aguas grises.

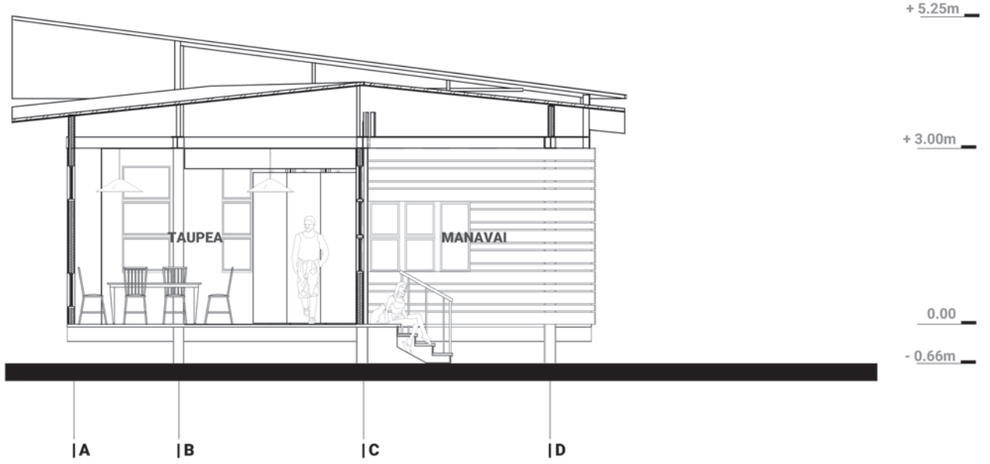
**PLANIMETRÍA N°36:**
PLANTA 1ER NIVEL
ESCALA 1:100




**PLANIMETRÍA N°37:**
CORTE LONGITUDINAL A-A'
ESCALA 1:100




**PLANIMETRÍA N°38:**
CORTE TRANSVERSAL B-B'
ESCALA 1:100



## EQUIPO

Hare Paenga está conformado por estudiantes y académicos del Taller Integrado de Proyectos de la Escuela de Arquitectura del tercer ciclo, el cual se desarrolla en torno a tres temáticas aplicables a los objetivos del concurso:

1. “Especialidad en territorio, paisaje y medio ambiente”
2. “Sustentabilidad y eficiencia energética”
3. “Definición y programación de los procesos constructivos”

Durante el año 2016 el equipo recibió apoyo del Departamento de Construcción Sustentable del Serviu de la Región de Valparaíso quienes colaboraron en la etapa de diseño del proyecto.

## PROFESORES GUÍA (ARQUITECTOS)

1. Capitán - Encargado de comunicaciones: Tegualda Quiroga Corvalán
2. Subcapitán - Encargado de arquitectura: Cristian Rojas Cabezas
3. Consejero de facultad: Alejandro Witt
4. Encargado de ingeniería: Joaquín Valenzuela

## EQUIPO DE ESTUDIANTES (ARQUITECTURA):

1. Área técnica – Innovación:
   a. Gonzalo Esteban Alegría Fuentes
   b. Nicolás Ignacio Zúñiga Miranda
2. Ingeniería:
   a. Paulo Andrés Álvarez Álvarez – detalles
   b. Diego Antonio Labra Suazo – electricidad
   c. Tomás Ignacio López Vitanyi – presupuesto
3. Arquitectura:
   a. Camila Belén Castro Gálvez – módulos
   b. Daryl Alexandro Cifuentes Rozas – modelación
   c. Esteban Ignacio Merino O`Ryan - registro y compilación
   d. Erick Silvio Nogales Orellana
   e. Lautaro Ignacio Rojas Stevani – integración
   f. Carlos Felipe Santander Cruz – coordinación
4. Diseño bioclimático:
   a. Katherine Loretto Corro Guerra
   b. Jean-Luc Le Fort Núñez
5. Comunicación - habitabilidad: Cristian Nicolás Nieto Amaro
6. Auspicios – iluminación: Nadia Florencia Puga Viera
7. Difusión - web – financiamiento: Felipe Antonio Trincado del Solar

85. Equipo Hare Paenga.



## INVITADOS ESPECIALES

# ACERCANDO
la Construcción Sustentable a la **Ciudadanía**

# CASA FRACTAL
## UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

Casa Fractal es una vivienda prefabricada, compuesta por cuatro volúmenes principales privados, que convergen en un nucleo central de reunión familiar; a su vez, estos volúmenes se encuentran enlazados por espacios intermedios, semiabiertos, que actúan como patios interiores, permitiendo en una superficie reducida, una proyección visual que amplia los limites de lo construido.

El prototipo considera también la ampliación progresiva, posibilitando la construcción de un segundo piso, mediante el ensamblaje de cuatro nuevos módulos, accequibles mediante una escalera central incluida en la obra inicial.

## ESTRATEGIAS

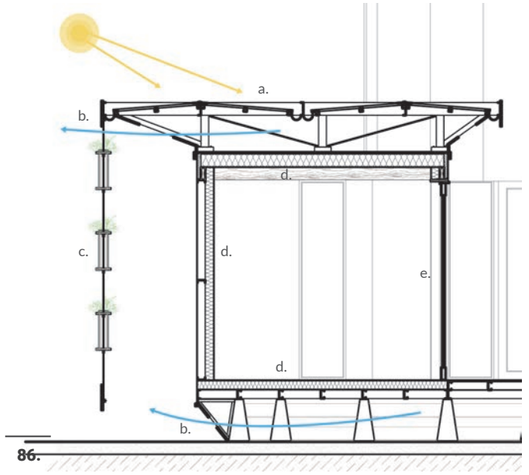
El diseño bioclimático se basa en las condicionantes climáticas de Santiago, pudiendo ser adaptada a distintos contextos. Se constituye principalmente de estrategias pasivas, de iluminación, mediante los patios intermedios adyacentes al núcleo central, que aportan luz y ventilación natural al interior de la casa, de mitigación de radiación solar, mediante jardines verticales de hoja perenne y de gestión de desechos y recursos, mediante la recolección de aguas lluvias, el compostaje, el filtrado y reutilización de aguas grises y por último el reciclaje de materiales como el plástico.

### FICHA TÉCNICA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribución** | Cocina + comedor + tres dormitorios + un baño + cuatro patios techados interiores + 1 altillo. | | | | | |
| **Superficie interior útil** | 57,65 m$^2$. | | | | | |
| **Coste estimado** | $20.918.068 CLP. | | | | | |
| **Permite ampliación/Modificación** | Ampliación progresiva guiada de cuatro volúmenes de 2,6 x 2,6 m. | | | | | |
| **Tipo de Construcción** | Elementos de apoyo, piso, muros y cubierta prefabricados y montados en Villa Solar. | | | | | |
| **Materialidad Estructural** | Metalcon. | | | | | |
| **Tipo Aislante** | Poliestireno expandido de alta densidad 20 kg/m$^3$. | | | | | |
| **Sistema de ERNC** | Calentador de agua solar integrado presurizado heat pipe de 265 litros + trece paneles fotovoltaicos de 200 w cada uno. | | | | | |
| **Innovación** | Sistema modular con componentes industrializados y prefabricados. | | | | | |
| **Uso de Agua** | **Recuperación Aguas Lluvias** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Grises** | **Sí** | **Tratamiento Aguas Negras** | **No** |







86.

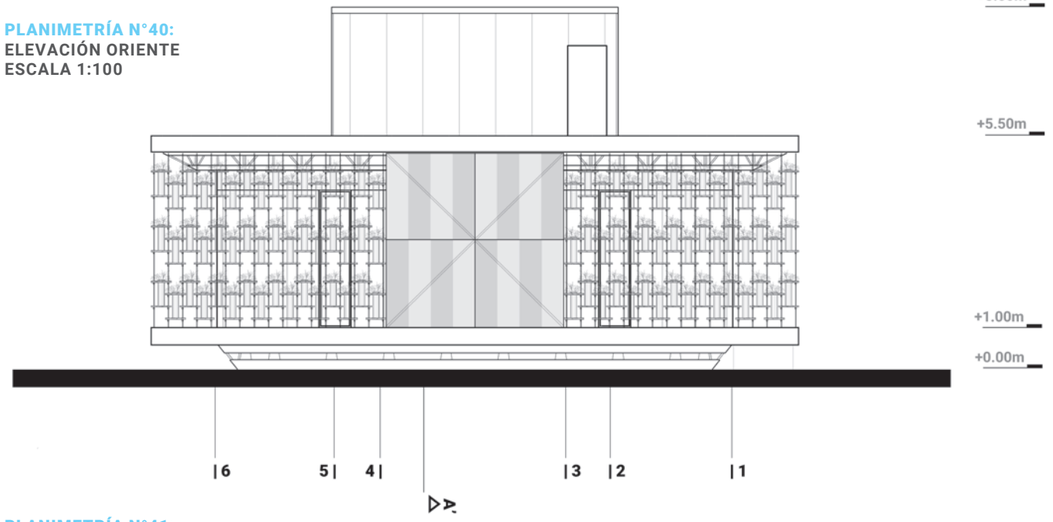
87.

88.

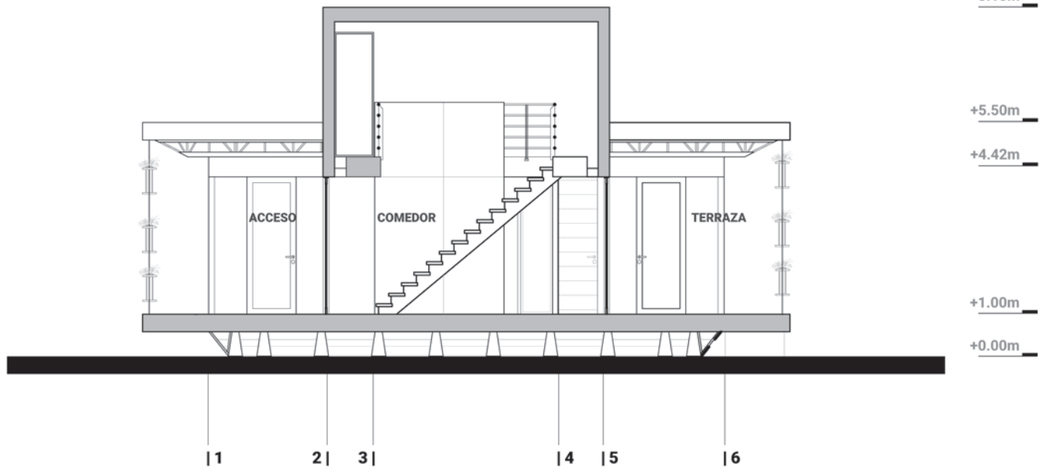
86. Esquema bioclimático: a) Sobrecubierta solar, elemento dilatado. b) Ventilación cruzada. c) Piel perimetral compuesto por un jardín vertical, fachada ventilada. d) Envolvente continua, sistema cooler. e) Termopanel / 87. Vivienda terminada, fachada sureste / 88. Fachada sur, acceso.

**PLANIMETRÍA N°39:**
PLANTA 1ER NIVEL
ESCALA 1:100

**PLANIMETRÍA N°40:**
ELEVACIÓN ORIENTE
ESCALA 1:100




**PLANIMETRÍA N°41:**
CORTE A-A'
ESCALA 1:100



## EQUIPO

El equipo UDLA + TEA, estuvo desde sus comienzos liderado por la oficina de arquitectura Tracendent Efficient Architecture, cuyos fundadores son Francisco Segovia y Alejandro Lausen, exalumnos de arquitectura de la Universidad Mayor de Temuco, que obtuvieron el primer lugar en Construye Solar 2015 con el proyecto Casa Parrón. Luego de su titulación, motivados por crear una evolución de dicho proyecto, se presentaron a la nueva convocatoria en alianza con la Universidad de Las Américas, quienes dejaron la competencia previo a la Villa Solar. A pesar de esto, los representantes de TEA quisieron continuar con el desafío, presentarse al evento como invitados especiales y mostrarle al público su propuesta de vivienda.

### ESTUDIANTES:

El equipo incluyó como integrantes a dos estudiantes de ingeniería civil en obras civiles de la Universidad Católica de Temuco:

1. Marcelo Matías Segovia Pinilla
2. Fernando Patricio Parra Urrutia

### INGENIERO MECÁNICO:

1. Abraham Ángel Ruiz Fuentes

### ARQUITECTOS:

1. Francisco Simón Segovia Pinilla
2. Alejandro Lausen Ruhe
3. Carlos Patricio Seguel Rodríguez

### BIOTECNOLOGÍA:

1. Pedro Guillermo Acuña Quijada

### MAESTRO GASFÍTER:

1. Gustavo Adolfo Acuña Quijada

### PREVENCIONISTA:

1. Miguel Ángel Márquez Llanquinao

89. Construcción de Casa Fractal / 90. Jurado del evento, representantes de La Ruta Solar y del equipo UDLA + TEA, deliberando en Casa Fractal.



## CONCLUSIONES
CONSTRUYE SOLAR

# UN APORTE
para el **diseño** viviendas sociales

# CONCLUSIONES
## CONSTRUYE SOLAR 2017

Luego del desarrollo de dos versiones de Construye Solar, son variadas las experiencias que deben ser analizadas e internalizadas, con miras a enriquecer esta iniciativa en todas las etapas de su realización.

El trabajo multidisciplinario desplegado para enfrentar el desafío de diseñar y construir prototipos a escala real de viviendas sociales –y que respondan a problemáticas ambientales y sociales por medio de estrategias sustentables–, ha dejado una serie de aprendizajes, tanto para los equipos, como para los organizadores, sobre cómo abordar un proyecto de estas características.

- Primeramente, en términos de gestión, destacan el modelo de trabajo colaborativo y la alianza público-privada que permitieron materializar este concurso, y que sumó las voluntades del Estado, la academia, la sociedad civil y el sector privado. Los buenos resultados obtenidos son evidencia de este empuje colectivo, que ha considerado a actores de distintos sectores que han aportado su experiencia, conocimientos, visiones y particularidades, para desarrollar esta iniciativa.

- Por otra parte, como organización, uno de nuestros objetivos era convocar a universidades chilenas y extranjeras para que desarrollasen prototipos innovadores, que ofrecieran soluciones factibles de replicar como vivienda social en el país. Para ello, se usaron como base los criterios sustentables reunidos en el Código de Construcción Sustentable y en los Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile, que definen la sustentabilidad de una vivienda, a lo largo de sus distintas etapas de desarrollo, desde su planificación, construcción y operación. Los equipos participantes han incorporado esos criterios en sus proyectos, los que la ciudadanía ha podido apreciar y conocer al verlos aplicados en la exhibición de viviendas sociales sustentables.

- En materia de impactos en la comunidad, se puede decir que la Villa Solar se ha configurado como una plataforma para la difusión de las políticas públicas y las iniciativas privadas que están incorporando elementos de sustentabilidad en la construcción. Adicionalmente, se ha constituido en un laboratorio abierto a la comunidad, donde niños y adultos pueden aprender y acercarse, de manera lúdica y práctica, al concepto de construcción sustentable.

- Paralelamente, es una oportunidad para el Minvu de monitorear la aplicación de criterios sustentables en las viviendas a través de casos reales, donde, por un periodo breve, se desarrollan actividades cotidianas, como lavar ropa, cocinar y usar artefactos eléctricos, entre muchas otras.

- La villa concita la atención de una amplia variedad de público; desde el especializado y académico, hasta la comunidad en general que, través del recorrido que cada equipo guía por su vivienda, así como en los *stands*, han tenido la oportunidad de conocer de cerca experiencias relacionadas con eficiencia energética e hídrica, aislación térmica, energías renovables, manejo de residuos, conservación de recursos naturales y el cuidado del medioambiente, entre otras.

- Asimismo, la Villa Solar ha llamado la atención de numerosos actores del sector construcción, que la ven como una excelente vitrina para dar a conocer sus proyectos y productos, generando interés por participar como auspiciadores o patrocinadores de esta instancia, lo que la proyecta como un instrumento con mucho potencial en materia de difusión de la construcción sustentable.

- Desde el punto de vista del desarrollo de competencias técnicas y experiencia, Construye Solar, en sus dos versiones, se ha presentado como una buena plataforma para que los estudiantes de arquitectura puedan acercarse a la realidad laboral diseñando, buscando financiamiento, construyendo y operando las viviendas.

- Por otra parte, a través de los prototipos presentados en la Villa Solar, se ha evidenciado que es factible construir viviendas sociales sustentables usando los mismos recursos asignados por el Minvu para un subsidio habitacional.

- Asimismo, se ha constatado la replicabilidad de algunos de los proyectos, lo que es un gran aporte para los chilenos y para el Estado, ya que son viviendas que pueden construirse en diferentes lugares del país.

- De los resultados de esta experiencia es posible también recoger y adaptar las mejores soluciones propuestas en los prototipos para incorporarlas en los programas del Minvu. Esto puede ser en su totalidad o considerando algunos de los elementos y estrategias que han sido implementadas, como, por ejemplo: el espacio móvil para secado de ropa, adosado a la Casa S[3]; los bloques hechos de plástico reciclado utilizados en la Casa Willkallpa; o la propuesta de envolvente de la Casa Cebolla, que puede adaptarse a

91. Premiación final Construye Solar 2017.

distintas materialidades de acuerdo con el clima de cada lugar.

• En 2017 se dio un paso significativo en el objetivo de acercar los beneficios de la sustentabilidad a los sectores más vulnerables de la población y así avanzar en equidad, al concretarse la instalación de la Casa Cebolla, del equipo de la Universidad de Chile, en la comuna de Palmilla, donde se transformará en una sede comunitaria en la cual los vecinos podrán reunirse para desarrollar actividades recreativas, deportivas, educativas y/o culturales.

## DESAFÍOS

Junto con estos aprendizajes, surgen nuevos desafíos que se relacionan, especialmente, con proyectar internacionalmente este certamen, promoviendo la participación de universidades de toda Latinoamérica, e incluso de otros continentes, con el objetivo de transformar esta iniciativa en un referente internacional que atraiga las mejores ideas y proyectos cada dos años a Chile.

Asimismo, incentivar la participación de otros organismos gubernamentales que ejecutan iniciativas sustentables vinculadas al desarrollo de las ciudades, la educación, la energía, el cuidado del medioambiente y la equidad social, entre otras materias, de manera de generar un impacto transversal hacia la comunidad.

Esperamos que más universidades se decidan a tomar el desafío y poner su profesión al servicio de las personas y el medioambiente en futuras versiones de Construye Solar. Esta experiencia les ayudará a generar nuevas herramientas de trabajo y de desarrollo personal.

92.

92. Ministra Saball junto al equipo Minvu y de la Universidad de Chile en la Casa Cebolla que se instalará en la comuna de Palmilla.

93.

93. Casa S3, de la Universidad del Desarrollo, sede Concepción, vivienda ganadora de Construye Solar 2017.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Gobierno de Chile

LA RUTA SOLAR

ISBN: 978-956-9432-89-7

**CONSTRUYE SOLAR: PRIMER CONCURSO DE VIVIENDAS SOCIALES SUSTENTABLES**

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO Y LA RUTA SOLAR