

Uso de tecnologías limpias integradas en una vivienda rural costeña

Michelle Prutschi / Cynthia Seinfeld / Erich Saettone

Universidad de Lima, Perú

Recibido: 15 de diciembre del 2016 / Aprobado: 5 de febrero del 2017

Este proyecto permite que Lucy, quien pierde su casa en el terremoto, pueda tener un nuevo hogar. La casa recoge las memorias familiares, así como el modo de vida de los habitantes costeros en donde interior y exterior se confunden a través del uso de patios y alares, que permiten sobrellevar las inclemencias del clima y posibilitan las relaciones espaciales, pero también las humanas. La vivienda está ubicada en Nuevo Imperial, una zona rural costera, y aprovecha la energía solar y eólica de la zona incorporando en su diseño técnico y arquitectónico energías renovables: paneles solares para alimentar bombillas LED, un calentador solar para usar agua caliente sin consumir energía y turbinas eólicas para recargar equipos celulares y computadoras. Se usaron materiales como caña para las celosías en muros y techos, que otorgan la transparencia pero también dan sombra, así como muros de ladrillo frotado, que permiten percibir el transcurso pausado del día, sin sombras.

vivienda costera, energías pasivas, sostenibilidad

Use of Clean Technologies into a Coastal Rural Home

This project provides a new home for Lucy, who lost hers during the earthquake. The house collects the family memories, as well as the life style of people living in the coast, where interior and exterior are mixed up by the use of courtyards and eaves which let the family bear the harshness of the weather, where not only spatial relations but also human relationships happen. The house is located in Nuevo Imperial — a rural area in the coast. Its technical and architectural design includes renewable energy taking advantage of the solar and wind energy present in the area: solar panels for LED light bulbs, a solar water heater to avoid the use of energy, and wind turbines to charge cellphones and computers. The use of materials such as cane for wall and roof latticing, allow both transparency and shadow to get into the house. Its plastered brick walls let the users see how the days pass with pauses, without shadows.

coastal home, passive energy, sustainability

Este proyecto nace como la nueva morada de Lucy, una pobladora del distrito de Nuevo Imperial, Cañete, quien pierde todo en el terremoto del 2007. Ocho años después, puede ver realizado su sueño de volver a tener una casa que le brinde cobijo y disfrutar nuevas vivencias familiares, así como la memoria de lo ya vivido.

La vivienda original tuvo que ser demolida en octubre del 2014 debido al estado en que quedó después del terremoto (figura 1). En diciembre de ese año, se inició la obra por autoconstrucción, con la ayuda de amigos y vecinos.

La vivienda está ubicada en el anexo Cerro Libre del distrito Nuevo Imperial, provincia de Cañete, región Lima. Se trata de una zona rural costeña rodeada de áreas de cultivo donde viven cien familias. Cuenta con una sola calle de tierra afirmada, sin veredas, de aproximadamente 300 m de longitud y 100 m de ancho.

Su plaza principal no tiene jardines, árboles, ni veredas, solo hay unos juegos para niños, casi inutilizados por el intenso calor y la falta de sombra en el lugar, como se observa en las fotografías de la figura 2.



Figura 1
Estado de la vivienda luego del terremoto de 2007
Fotografías: Michelle Prutschi



Figura 2
Plaza principal de Cerro Libre
Fotografías: Michelle Prutschi

El terreno de la vivienda colinda con áreas de cultivo, por lo tanto, se trata de un lugar despejado. Asimismo, en la parte posterior de la casa hay una pequeña acequia que produce vegetación a su paso, por lo que se plantea una relación entre la calle y la acequia, a través de una sucesión de ventanas alineadas que permiten transparencia entre estos elementos.

La orientación del terreno en el sentido nortesur beneficia la correcta exposición al sol y la ventilación, que será cruzada; se previeron vanos para lograr los mejores resultados. Teniendo en cuenta estos factores, se toma como punto de partida para el diseño el aprovechamiento del clima de la costa. Más aún, si consideramos la presencia de vientos y de brisa marina, así como un nivel solar parejo durante todo el año (figura 3).

La distribución espacial partió de la reinterpretación de los patios delanteros en las casas costeras como posibilitadores de acondicionamiento climático, pero también como centros de encuentro y de relaciones espaciales y sociales, que permiten trazar una fina línea entre el interior y el exterior. La incorporación de varios patios nos permitirá así, un continuo interior-exterior y una ventilación cruzada.

Si bien los materiales utilizados en las construcciones de esta zona son principalmente adobe y quincha, además de madera y caña, Lucy no aceptó usarlos, debido a que perdió su casa de adobe con el terremoto. Por ello, se decidió trabajar con una estructura aporticada, fácil de ejecutar con cerramiento de ladrillos sin tarrajeo, o sea, en su estado natural, ya que se quiso



Figura 3
Terreno donde se ubica la vivienda
Fotografía: Michelle Prutschi

rescatar la textura del ladrillo y su expresión y colorido, sobre todo, en los patios. En el interior, la pared de ladrillos se frotachó y pintó de color blanco para dar paso al reflejo de luz (figura 4). Con este tratamiento, se perciben los relieves del material, que dan la sensación de una casa austera, costera y responde, además, a un tema de funcionalidad ya que al frotachar los ladrillos, se masillan y cierran los huecos naturales de la arcilla, lo que evita la retención del polvo o que sirvan de espacio para los insectos de la zona.



Figura 4
 Acabado de ladrillo expuesto que se le dio a los muros exteriores (izquierda) y de ladrillo frotachado y pintado de color blanco (derecha).
 Fotografía: Juan Solano

Así como en las paredes de los patios, el ladrillo del techo también se dejó expuesto y cubierto por pintura blanca. Los rayos de sol rasante que entran en la vivienda permiten percibir las texturas del ladrillo, lo que producen sombras en el techo. Para el piso también se utilizaron materiales de la zona: unas cuantas rocas y el cemento frotachado que las alberga bastan para lograr texturas en una superficie que denota nuevamente la austeridad del material, lo que da paso a las relaciones espaciales y al confort. Su apariencia natural se calca sobre pisos y paredes, como se muestra en la (figura 5).

Los acabados utilizados mantienen frescos los ambientes de la casa y se puede aprovechar la zona. Los techos sol y sombra de los patios son de caña con eucalipto, su diseño permite disfrutar de sombra, pero también de continuidad espacial del exterior en el interior, lo que da textura a sus superficies y da paso al sol durante el día. El uso de la caña en forma de celosías en determinadas áreas de la casa genera transparencias que, a su vez, crean distintos efectos visuales y una conexión del interior con el exterior y viceversa (figura 6).



Figura 5
Acabado de los pisos, techos y paredes
Fotografías: Juan Solano



Figura 6
Sol y sombra de bambú con eucalipto
Fotografías: Juan Solano

Ya dentro de la casa, entre las consideraciones arquitectónicas, se diseñaron teatinas para facilitar la salida del aire caliente que, en combinación con los patios, permiten lograr una mejor sensación térmica (figura 7).



Figura 7
Teatinas y patios internos
Fotografía: Juan Solano

Otra consideración importante para el desarrollo del proyecto fue que la familia pudiera servirse de la vivienda, a largo plazo, para sostenerse económicamente. Se planteó, además, que el segundo piso pudiera convertirse en un departamento para las hijas; funcionalmente independiente, pero con integración visual desde la casa principal.

En el frente del primer piso, se planteó un comercio con acceso directo desde la calle, con el fin de activar el espacio público, es decir, la calle. En la vereda y frente a este espacio comercial se ha desarrollado un techo a modo de interpretación de un alar costero que da sombra y un lugar de descanso. La vivienda cuenta con las instalaciones necesarias para abrir una tienda o un pequeño restaurante en el frente (figura 8). Por lo tanto, la vivienda irá creciendo paulatinamente. A continuación, se muestran los planos del proyecto planteado en la figura 9.

Actualmente, Lucy habita la casa y ha ido disponiendo de los espacios. Han aparecido muebles antiguos pintados y apotrados para ser utilizados como armarios, juguetes, pequeños adornos y móviles colgados del sol y sombra (figura 10). El techo de caña lineal da sombra y permite convertir un espacio inhabitable en uno fresco con la posibilidad de tener distintos usos. Los vecinos de la zona preguntan si será quizás un restaurante.

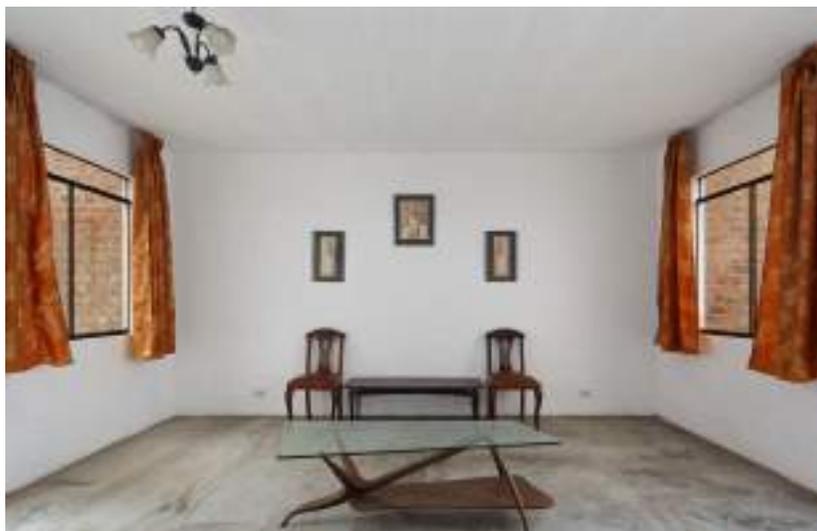


Figura 10
Espacios intervenidos
Fotografía: Juan Solano

EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sistema fotovoltaico permite que la vivienda cuente con la iluminación de treinta focos LED de 5 W, durante siete horas diarias en promedio. Esto corresponde a un consumo diario de 1050 Wh o de 1,05 kWh, es decir, un consumo mensual de 31,5 kWh. Además, por las características del lugar, se consideró que su clima es similar al del distrito de La Molina. Para cubrir esta demanda de energía, se instaló un sistema de dos paneles fotovoltaicos de 150 Wp cada uno, conectados en paralelo, y una batería de 12V y de 130 Ah. Todo el sistema está conectado a un controlador de carga de 20 A. Debido a la falta de información real del clima en la zona, se colocó un panel fotovoltaico adicional que solo sirve de respaldo (no está conectado).

Los paneles fotovoltaicos se colocaron sobre una estructura de eucalipto teniendo en cuenta la orientación este-oeste y una inclinación

de 12° en dirección norte. De esta forma, la captación de energía solar es máxima para la latitud y la orientación en que se encuentra la vivienda. En las figuras 12 y 13, se observa la ubicación de los paneles solares en planos y en la estructura final de eucalipto, respectivamente.

La batería del sistema fotovoltaico se instaló en la cocina, sobre un rack empotrado en la parte alta de la pared; es un lugar ventilado, fresco y con sombra, de forma que se cumplan todas las recomendaciones de seguridad requeridas para este tipo de instalaciones. Igualmente, se instaló el controlador de carga de la batería en un lugar cercano a esta y, a la vez, puede verse fácilmente para que los moradores puedan manipular y observar los valores de carga y descarga. Los veintiocho focos de la vivienda son de 12 V, por lo que se tuvo el cuidado de no intercambiar la polaridad (un cable va conectado al positivo de la batería y el otro al negativo).

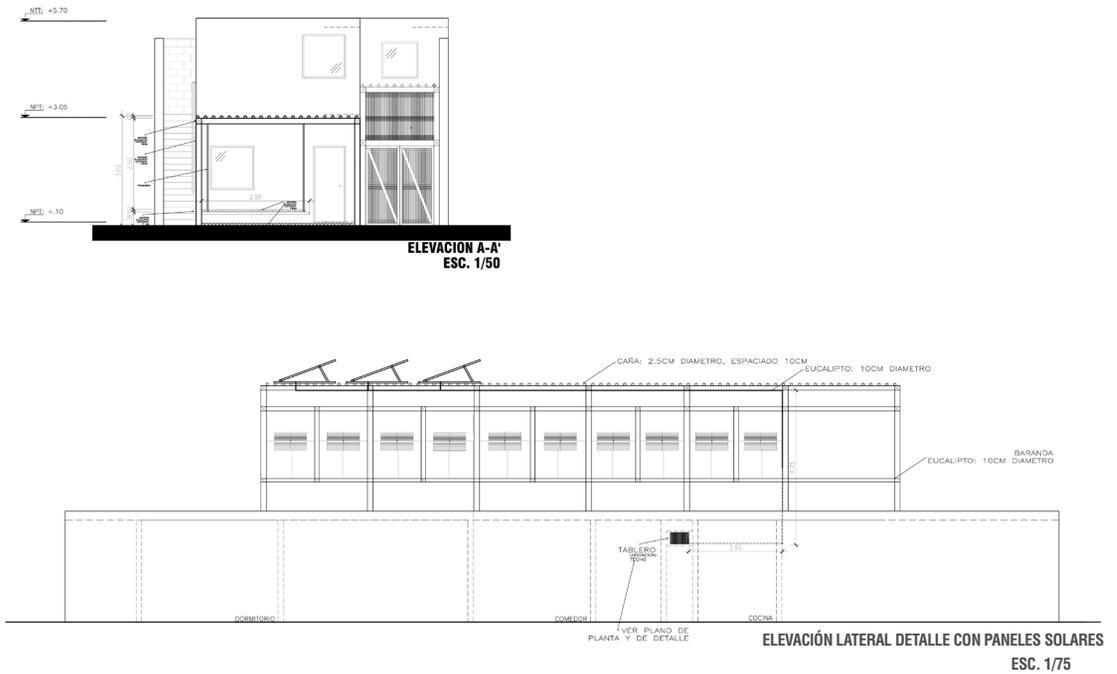


Figura 11
Tres paneles que forman el sistema fotovoltaico instalado en la vivienda
Proyecto: Cynthia Seinfeld y Michelle Prutschi



Figura 12
Tres paneles que forman el sistema fotovoltaico instalado en la vivienda
Fotografías: Erich Saettone



Figura 13
Funcionamiento del sistema de iluminación de la vivienda por energía solar
Fotografía: Erich Saettone

La vivienda en relación con su entorno ha destacado en los días de apagones, porque es la única que permanece con luz artificial, a diferencia de las demás viviendas, lo que despierta siempre curiosidad de los vecinos. El inconveniente que han detectado es que no pueden reemplazar los focos LED instalados por los ahorradores comunes que venden en las ferreterías de la zona. Tendrían que ir hasta Lima para comprarlos.

EL CALENTADOR SOLAR DE AGUA

El calentador solar que se utilizó para la vivienda está formado por un tanque de almacenamiento de agua caliente y un colector de calor. El tanque no es presurizado y se encuentra elevado respecto del colector de calor, de tal forma que

se aprovecha la circulación natural de agua caliente llamada *efecto termosifón*.

El colector de calor (también llamado *absorbente*), que es donde se recibe la radiación térmica solar y se transfiere el calor al agua que fluye por su interior, se construyó con materiales que pueden ser adquiridos en las ferreterías de la zona (tuberías de CPVC, pintura de color negro mate, botellas de vidrio, etc.). Funciona captando la radiación solar y generando un efecto invernadero en el interior de las botellas, lo que incrementa la temperatura del agua que fluye dentro de los tubos (figura 14).

Esta propuesta fue planteada por los alumnos de la asignatura Acondicionamiento Ambiental II, de la carrera de Arquitectura de la Escuela Universitaria de Ingeniería de la Universidad de Lima, durante el ciclo académico 2014-1.



Figura 14
Conexiones de agua, del colector solar con los aislantes térmicos instalados y del aislante térmico instalado para evitar la fuga de calor hacia el ambiente
Fotografías: Erich Saettone

Para su construcción se estimó que el requerimiento de agua caliente de la vivienda es de, aproximadamente, 70 litros diarios, a 40 °C, para lo cual se necesita una energía térmica de 10,29 MJ por día. Teniendo en cuenta el clima del lugar, se construyó un colector de 2 m². El calentador fue instalado en la azotea de la vivienda como se muestra en la fotografía de la figura 15.

EL SISTEMA DE TURBINAS EÓLICAS

El objetivo de utilizar este sistema no solo es generar energía utilizando el viento, sino probar que una turbina eólica de menor escala puede acoplarse a una vivienda. Las turbinas eólicas de gran escala deben estar ubicadas lejos de las áreas ocupadas por las personas, usualmente en el campo, en las montañas, etcétera. La ventaja de una turbina de menor tamaño, es que empieza



Figura 15
Calentador solar de agua instalado en forma definitiva en la azotea de la vivienda
Fotografía: Erich Saettone

a moverse a partir de velocidades de viento bajas. La energía cinética del viento (eólica) se convierte en energía eléctrica a través del uso de un generador. La energía eléctrica obtenida se almacena en una batería de 6 V y 4000 mAh instalada en el interior de la vivienda, y se utiliza para recargar laptops y celulares a través de conexiones USB.

La vivienda está orientada en la dirección nort-sur, por lo que las turbinas eólicas están instaladas en el frente más largo del lote, perpendicular al oeste. El viento sopla en dirección oeste con una velocidad promedio de 14 km/h. Además, las turbinas se ubicaron en lo alto de la estructura de madera en la azotea de la vivienda (figura 16).



Figura 16
Estructura de madera en la cual se instalaron las turbinas eólicas
Fotografía: Juan Solano

En colaboración con los alumnos de la asignatura Acondicionamiento Ambiental II de la carrera de Arquitectura, se realizaron pruebas con diferentes modelos de turbinas eólicas. Las propuestas que se plantearon fueron evaluadas según la eficiencia en la generación de electricidad y en el uso de materiales reutilizables.

Para escoger el modelo más eficiente se utilizó un banco de pruebas formado por cuatro ventiladores que operaban siempre a la máxima potencia y a la misma distancia de cada turbina. La velocidad del viento generado fue de 3,6 m/s. Se midieron la velocidad angular alcanzada por la turbina y el voltaje generado por un motor DC de 12 V. El modelo escogido utiliza dos aros de bicicleta de aluminio que tienen buena resistencia a la intemperie y le dan una mayor rigidez a la turbina. Además, los tubos PVC se cortan en dos partes iguales para formar los álabes, que serán empujados por el viento, cuyos extremos se fijan en los aros. De esta manera, el sistema queda más firme y evita que los tubos vibren con el viento y perjudique el giro del conjunto (figura 17).

El diseño de planta original (figura 18) consideraba la colocación de diez turbinas en la azotea de la vivienda; sin embargo, luego de las pruebas experimentales se determinó que tres turbinas serían suficientes (figura 19).

Si bien no hubo participación directa de los alumnos de la universidad en este proyecto, el diseño de las turbinas eólicas se debe a ellos: Chiara Canessa Protzel y Gerardo Martínez Jordán, del ciclo 2015-I de la asignatura Acondicionamiento Ambiental II, de la Carrera de Arquitectura.

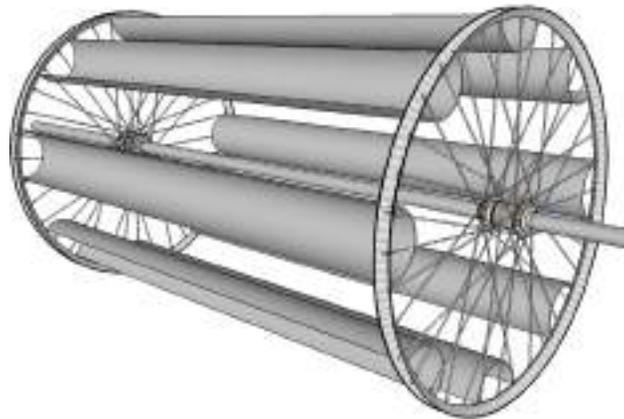


Figura 17
 Modelo de turbina elegido
 Imagen 3d: Michelle Prutschi

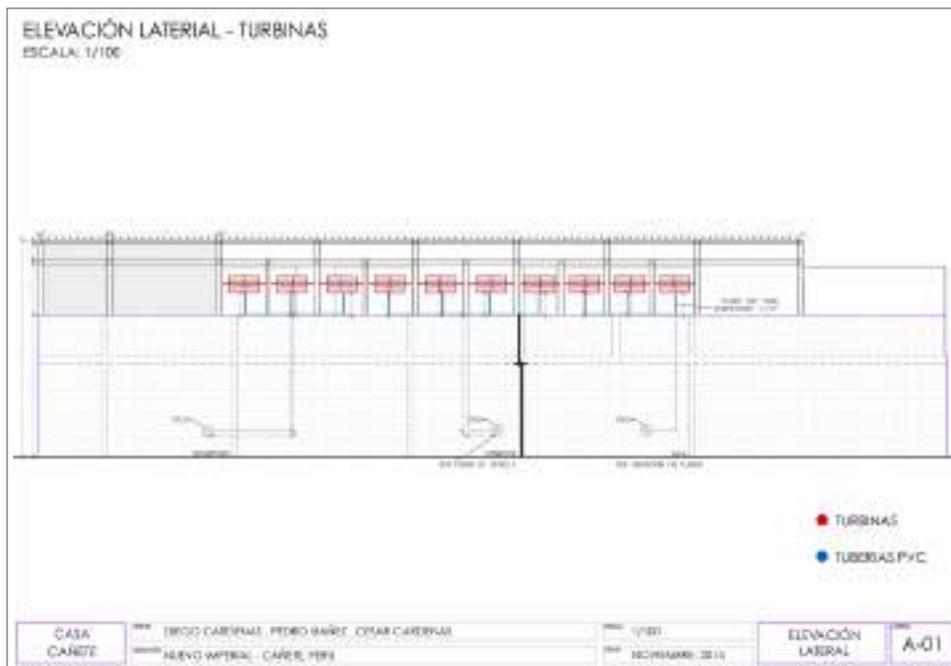


Figura 18
 Elevación de la ubicación de las turbinas
 Proyecto: Cynthia Seinfeld y Michelle Prutschi



Figura 19
 Turbinas eólicas instaladas en la azotea de la vivienda, colgadas de la estructura de madera. Participación de alumnos de la Universidad de Lima.
 Fotografía: Juan Solano

CONCLUSIONES

En esta vivienda costera no se usó el adobe como material térmico por excelencia, pero se respetaron otros materiales de la zona, por ejemplo, caña, eucalipto y piedras, lo que rescató la textura que genera cada uno de ellos cuando la luz rasante cae.

Se utilizaron tecnologías limpias para la generación de energía, como paneles solares para la iluminación de toda la vivienda, turbinas eólicas de materiales reciclados para la carga de equipos móviles y, finalmente, una terma solar de botellas de vidrio para calentar el agua. Estos equipos permiten un ahorro energético del 63 %, siendo el calentamiento de agua el más significativo con un 36 % del total, seguido del fotovoltaico con un 23 % y, finalmente, el eólico con un 3 %. Esto se refleja en el recibo de electricidad con un ahorro del 51 %.

La utilización de la estructura de madera permitió integrar con facilidad los equipos solares y eólicos a la arquitectura de la vivienda,

y cumplió una segunda función al generar una cubierta sol y sombra que permitió que la vivienda se mantuviera más fresca. Las tecnologías renovables no han representado un obstáculo para los moradores en su día a día, aunque el mantenimiento necesario no ha sido constante, ya que los paneles y la terma solar deben permanecer limpios para poder funcionar bien y eso es algo que no se ha dado.

Además, en la fachada de la vivienda se creó un espacio semipúblico: una zona con sombra para sentarse, cuyo objetivo fue prestar un servicio de calidad que tanta falta hace en el espacio público de este barrio.

REFERENCIAS

- Burga, J. (2011). *Arquitectura vernácula peruana: un análisis tipológico*, Lima: Colegio de Arquitectos del Perú.
- Burga, J. y Alvarino, M. (2001). *Arquitectura popular en la costa peruana*, Lima: UPC.