

ES **Kotaiiki - Herramienta de climatización**

EN **Kotaiiki - HVAC tool**

ITA **Kotaiiki - Strumento di climatizzazione**

FRA **Kotaiiki - Un outil de climatisation**

POR **Kotaiiki - ferramenta HVAC**

Esperanza Caro,
Terukazu Takeshita &
Yuichiro Tsusumi

Kotaiiki - Herramienta de climatización

Recibido: 1/11/2019; Aceptado: 19/05/2021; Publicado en línea: 30/06/2021
<https://doi.org/10.15446/actio.v5n1.98109>



ESPERANZA CARO

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes, Instituto de Investigaciones, Tecnológicas
Correo electrónico:
ecaror@unal.edu.co

ID 0000-0001-9727-7206



TERUKAZU TAKESHITA

Kyushu University Faculty of Human, Environment Studies Department of Architecture, Graduate School of Human Environment, Architectural Planning
Correo electrónico:
takeshita@arch.kyushu-u.ac.jp



YUICHIRO TSUSUMI

Ryukyu University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering and Architecture
Correo electrónico:
jzutsumi@tec.u-ryukyu.ac.jp

ID 0000-0002-2172-8936

RESUMEN (ES)

Este artículo presenta la base conceptual y metodológica de la teoría kotaiiki, escrita originalmente en japonés, con el fin de comunicarla en idioma español. La investigación kotaiiki 'el espacio del ámbito' enumera un espacio dentro del plan de la vivienda tradicional japonesa, localizado en el borde del edificio, cuya calidad ambiental es peculiar. Observando este espacio en una vivienda antigua (*minka*), tres miradas simultáneas permitieron extraer la génesis de esta cualidad ambiental que he llamado kotaiiki. Tres datos se desprenden del análisis: morfológico, ambiental y cultural. La separación, comparación y reagrupación de estos datos en nuevos escenarios futuros permitirían intuir y desarrollar hipótesis de arquitecturas para el cambio ambiental.

PALABRAS CLAVE: estructura espacio ambiental, morfología; medio ambiente térmico; vida cotidiana; kotaiiki.

ABSTRACT (ENG)

This article presents the conceptual and methodological basis of the kotaiiki theory, originally written in Japanese, in order to communicate it in Spanish. The kotaiiki research 'the space of environment' outlines a space within the plan of the traditional Japanese house, located on the edge of the building, whose environmental quality is peculiar. When analyzing this space in an old house (*minka*), three simultaneous glances allow to extract the genesis of this environmental quality that I have called kotaiiki. Three pieces of information emerge from the analysis: morphological, environmental, and cultural. The separation, comparison, and regrouping of these data in new future scenarios would allow sensing and developing hypotheses of different types of architecture for environmental change.

KEYWORDS: environmental space structure, morphology; thermal environment; daily life; kotaiiki.

RIASSUNTI (ITA)

Questo articolo presenta i principi concettuali e metodologici della teoria kotaiiki, originalmente scritta in giapponese, con lo scopo di renderla disponibile in spagnolo. La ricerca kotaiiki 'lo spazio dell'ambito' fa riferimento a uno spazio

presente nel progetto della casa tradizionale giapponese, situato nel bordo dell'edificio, con una caratteristica ambientale peculiare. All'osservare questo spazio in una casa antica (*minka*), ho fatto uso di tre tipi di sguardo simultanei, che permettessero di riconoscere la genesi di questa qualità ambientale che ho chiamato kotaiiki. Dall'analisi emergono tre dati: morfologico, ambientale e culturale. La separazione, comparazione e raggruppamento di tali dati in nuovi scenari futuri permetteranno di intuire e sviluppare ipotesi architettoniche per il cambiamento ambientale.

PAROLE CHIAVE: struttura, spazio ambientale, morfologia, medio ambiente termico, vita quotidiana, kotaiiki

RÉSUMÉ (FRA)

Cet article présente la base conceptuelle et méthodologique de la théorie kotaiiki, élaborée à l'origine en japonais, afin de la faire connaître en langue espagnole. La recherche kotaiiki ('l'espace du cadre de vie') énonce, dans le plan du logement traditionnel japonais, un espace situé au bord du bâtiment et dont la qualité environnementale est particulière. L'observation, à travers trois regards simultanés, de cet espace dans une maison ancestrale (*minka*) a permis de dégager la genèse de cette qualité environnementale que j'appelle kotaiiki. L'analyse met en évidence trois éléments : morphologique, environnemental et culturel. La distinction, la comparaison et l'union de ces éléments dans de nouveaux scénarios permettraient de concevoir et développer des hypothèses d'architecture pour le changement environnemental.

MOTS-CLÉS: structure, espace environnemental, morphologie, environnement thermique, vie quotidienne, kotaiiki.

RESUMO (POR)

Este artigo apresenta as bases conceituais e metodológicas da teoria kotaiiki, originalmente escrita em japonês, para comunicá-la em espanhol. A pesquisa kotaiiki 'o espaço do meio ambiente' enumera um espaço no plano da tradicional casa japonesa, localizada na borda do prédio, cuja qualidade ambiental é peculiar. Observando esse

espaço em uma casa velha (*minka*), três olhares simultâneos permitiram extrair a gênese dessa qualidade ambiental que chamei de *kotaiiki*. Três informações emergem da análise: morfológica, ambiental e cultural. A separação, comparação e reagrupamento desses dados em novos cenários futuros permitiriam intuir e desenvolver hipóteses de arquiteturas para mudanças ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: *estrutura do espaço ambiental, morfologia; ambiente térmico; vida cotidiana; kotaiiki.*

INTRODUCCIÓN

La investigación doctoral que origina la teoría *kotaiiki* fue llevada a cabo en Japón (Caro, 1994a). La problemática de esta investigación se explica con la palabra *rintoukugueki* que significa un espacio abierto residual entre edificaciones producto del crecimiento urbano y la disminución paulatina del área libre en los predios, y que se propone como objeto de reconstrucción ambiental. El concepto de diseño propuesto para esta reconstrucción ambiental se expresa mediante la palabra *kotaiiki* (Caro, 1994a), que señala una calidad espacio-ambiental variable sentida en el borde de la vivienda tradicional.

Con el fin de comprender el concepto *kotaiiki*, se analiza la estructura espacio-ambiental de la vivienda japonesa tradicional, la cual está anclada al concepto *Ma* ‘espacio, entre’, como la esencia cultural generadora de esta estructura: *yashiki* ‘la casa y el espacio rodeante’; *moya* ‘cubierta, volumen principal’; *doma* y *tatami* ‘piso de tierra y piso alto en fibra que conforman el espacio interior’; *en* ‘espacio del borde’. *Kotaiiki* se encuentra en la relación interior-exterior, en forma de patrones espacio-ambientales, los cuales se midieron y analizaron en tres marcos de observación: medio ambiente térmico, morfología arquitectónica y vida cotidiana.

La teoría *kotaiiki* encontró un espacio para su desarrollo en el sistema de investigación del Architectural Institute of Japan (AIJ), en la agrupación Architecture, Planning & Environmental Engineering.

Hanaoka (1968), Yanase (1969), Shinoyama (1973), entre otros, proponen, discuten y evalúan en diversos ejemplos de casas tradicionales (*minka*) la existencia de una estructura medioambiental térmica *bikikou* ‘microclima’; Yoshino (1976), desde la visión meteorológica, introduce el concepto *kokikou* para el estudio del microclima localizado en los entornos arquitectónicos; Hoyano (1976) analiza los efectos de la percepción de superficies ajardinadas en la

sensación térmica humana. Otsuka (1985) observa, mide y modela el efecto microclimático de los árboles en el espacio rodeante de la casa; Miyasawa (1980) profundiza en la característica diversa de las casas *minka* y las casas *nouka* ‘casa granja’; Aratani (1980) analiza la sección vertical de las casas urbanas tradicionales *machiya* y revela su diseño medioambiental térmico; Ishida (1990) evalúa en detalle los mecanismos térmicos pasivos en las viviendas *machiya* mediante medición de la temperatura y el fluir del aire; Kumagai (1988) mide y analiza la distribución de la velocidad y la temperatura del aire rodeante cercana a la superficie exterior de la envolvente de una casa unifamiliar. Michiyi (1989) identifica variaciones en las rutinas cotidianas de las personas que contribuyen en la formación del medio ambiente térmico interior de una vivienda. Hoyano (1976) analiza los efectos de la percepción de superficies ajardinadas en la sensación térmica humana. Katayama (1991) establece el análisis del medio ambiente térmico urbano y el fenómeno de la isla de calor, demuestra el efecto de los cuerpos de agua y la restauración de los ecosistemas a lo largo de los ríos como recurso refrigerante urbano; Urano (1991) publica una selección de resultados de estas y otras investigaciones que reunieron los saberes del diseño pasivo tradicional y las pruebas sobre prototipos de diseño pasivo impulsados por empresas de construcción de vivienda en Japón; Sato (1994) relaciona comportamientos humanos con las condiciones del medio ambiente térmico interior en vivienda urbana. Caro (1994a), mediante observaciones y mediciones medioambientales térmicas en la casa Nouka de la familia Yokooji, identifica la existencia de la calidad (*kotaiiki*).

LA ESTRUCTURA AMBIENTAL DEL ESPACIO JAPONÉS EN LA VIVIENDA

Fujii (1928), primer arquitecto e ingeniero ambiental del Japón, en su libro *Japanese Dwelling House*, explica la raíz sostenible de la arquitectura japonesa tradicional. Taut (1958), en su libro *House and People of Japan*, revela al mundo occidental la cultura arquitectónica japonesa. Kenmochi et al. (1982), en su libro *Nihonyin to ma*, revelan el *ma* como esencia de la cultura japonesa y aproximan su significado a través cuatro temas –las artes tradicionales, el ritmo, la vida cotidiana, el individuo–. *Ma* es el intersticio que permite la forma de esta cultura y define sus patrones.

Enunciar la existencia del *kotaiiki* implica revisar la estructura espacial de la vivienda tradicional japonesa, señalando elementos esenciales en el conjunto de sus variaciones arquitectónicas a través del tiempo.

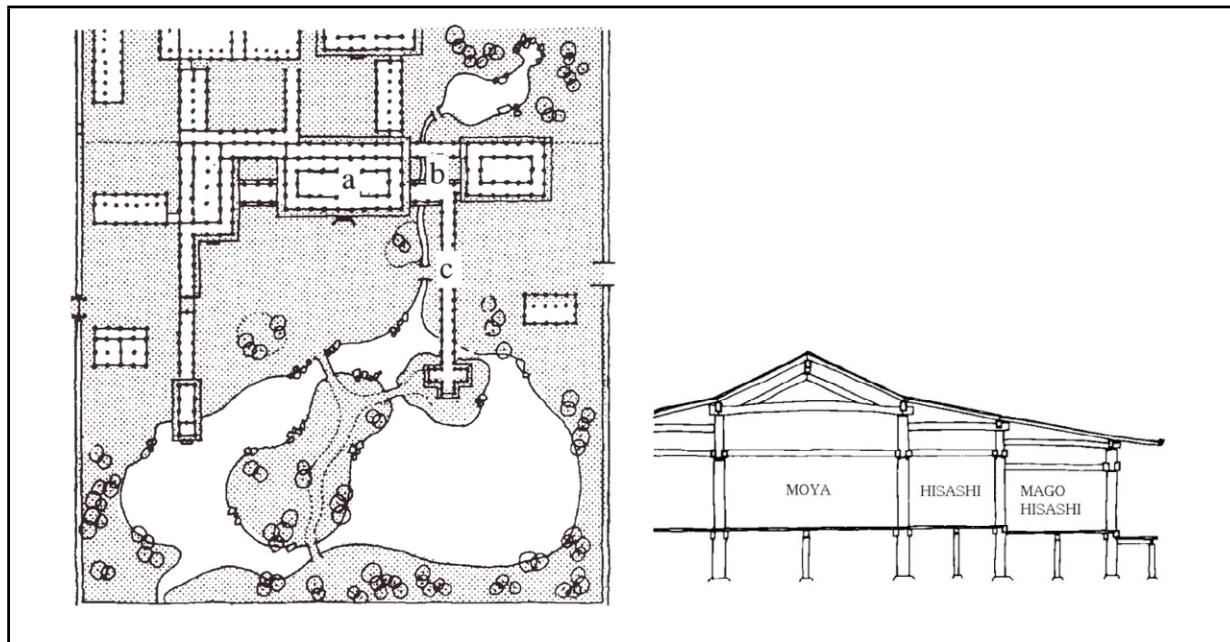


Figura 1. Período Heian. Plan de la mansión Houyuyi y corte esquemático. Fuente: tomado de *What is Japanese Architecture?* (p. 64), de K. Nishi y K. Hozumi, Kodansha International.

Ma significa ‘espacio, entre’. Es la pausa que implica el contacto y, en arquitectura, es el espacio. La vivienda tradicional japonesa es una sucesión de espacios y bordes que, como capas, van creando la morada en una estructura de espacios evolutivos. A partir de este concepto, hacemos una clasificación de esta arquitectura con base en cinco ejemplos de la vivienda japonesa en su historia, los cuales se describen a continuación.

SHINDEN TSUKURI ‘CASA DORMITORIO’.

La casa y el jardín generan un balance estético. El borde es contemplativo. La estructura envolvente del *ma* no se explica en la pared, lo vertical. *Ma* ‘el espacio’ es producto de una continuidad de planos horizontales, pisos aéreos en *tatami* y en maderas, techos y aleros, y la geometría que demarcan las columnas. *Tsubó* es el área correspondiente a un *tatami*, aproximadamente 1,8 metros cuadrados, la cual aumenta en relación con la jerarquía. A partir de esta estructura espacial constructiva, se genera en la arquitectura japonesa la espacialidad del borde de la casa, génesis del espacio *kotaiiki* (figura 1).

BUKEI YASHIKI ‘ESTRUCTURA YASHIKI DE PROTECCIÓN’

Espacios evolutivos. En el interior de una muralla que delimita el *yashiki*, la casa es un complejo arquitectónico progresivo que se desenvuelve en el espacio rodeante contemplativo. Sus espacios envuelven, protegiendo la morada del samurái. El piso elevado es de *tatami* o de madera (figura 2).

MACHIYA ‘CASA URBANA’, ESTRUCTURA NAKANIWA

La casa es como un mueble de madera inserto y flotante en *doma* ‘piso de tierra’, que toma la forma de un lote de vivienda urbana con frente estrecho. De su arquitectura emerge la naturaleza profundamente en el interior de la vivienda, se aprovecha el recurso ambiental en el diseño bioclimático de la casa. La casa alberga la actividad comercial de la familia, que ocupa el frente con el local y el fondo con la zona de producción. Estos dos se unen por un pasadizo lateral en piso de tierra (*tsuboniwa*). Paralelamente, el piso alto de *tatami* crea la espacialidad interior articulando los pequeños jardines (*nakanawa*). La casa se transforma en el día abriendo el frente que se articula con la actividad productiva de la ciudad (figura 3).

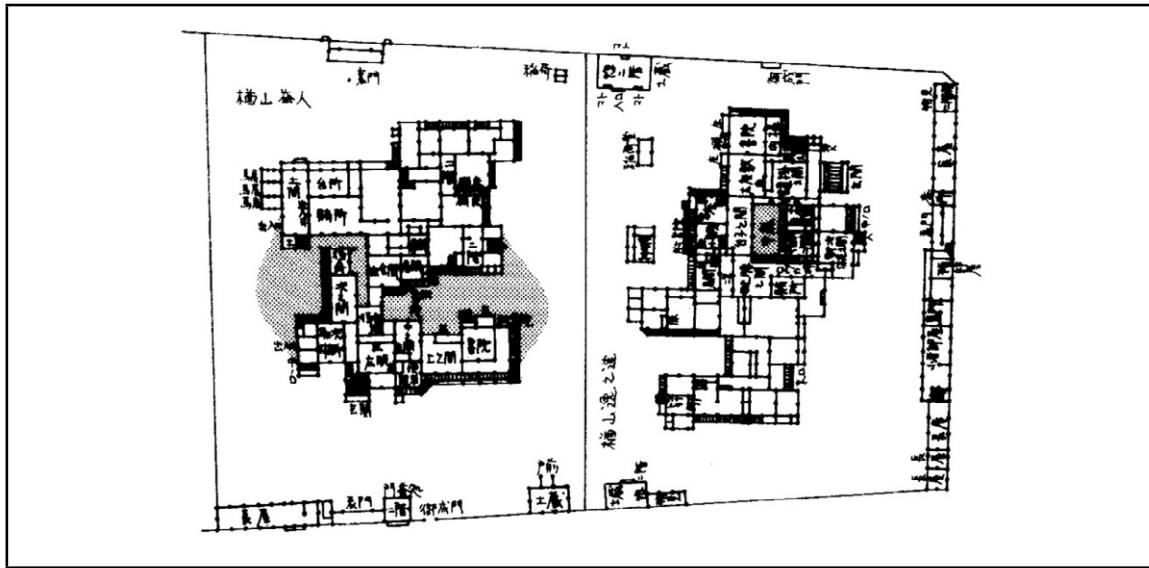


Figura 2. Moriokajou Shinmaru. «Kinsei Bushiyutaku». Shobunsha. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu (p. 8), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

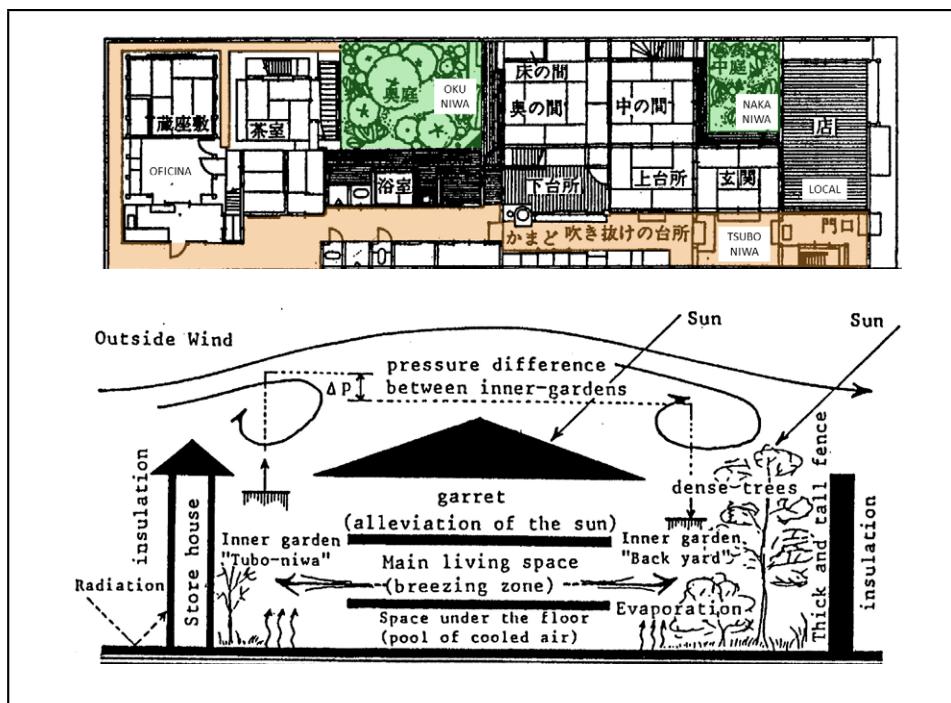


Figura 3. Casa Yoshida, en Kioto. Planta arquitectónica y esquema conceptual bioclimático. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu, E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

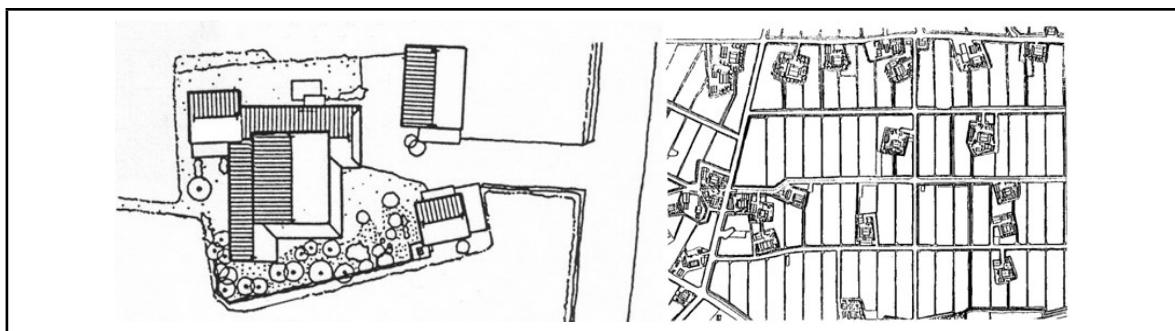


Figura 4. Agrupaciones de granjas (*nouka*) en la planicie Tonami, al norte de la isla Honshu. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 8), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

NOUKA ‘CASA GRANJA’.

En el campo, la casa se ubica en el medio de un espacio libre (*yáshiki*) rodeado por árboles. El volumen de la casa es definido por el *moya* ‘cubierta principal’, construida en *kayabuki* ‘fibras’, cuyo diseño responde, en su orientación y morfología, al lugar ambiental (vientos, suelo, agua). Debajo de esta gran cubierta hay dos zonas que se determinan por la calidad del piso, el *doma* ‘de tierra’ y el *tatami* ‘piso aéreo’, los cuales definen, a su vez, los espacios de trabajo y de estancia y dormitorio (figura 4).

KODATEYUTAKU ‘AGRUPACIONES DE VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA’

La modernización de la vivienda japonesa conserva la estructura *yáshiki*, introduciendo elementos de la cultura occidental en la construcción de suburbios. Pisos son en *tatami* o madera, hay sillas y cojines para actividades de tipo occidental o japonés. Bajo los techos hay divisiones de papel, maderas y vidrio corredizos que permiten transformar el espacio interno y la relación interior-exterior (figura 5).

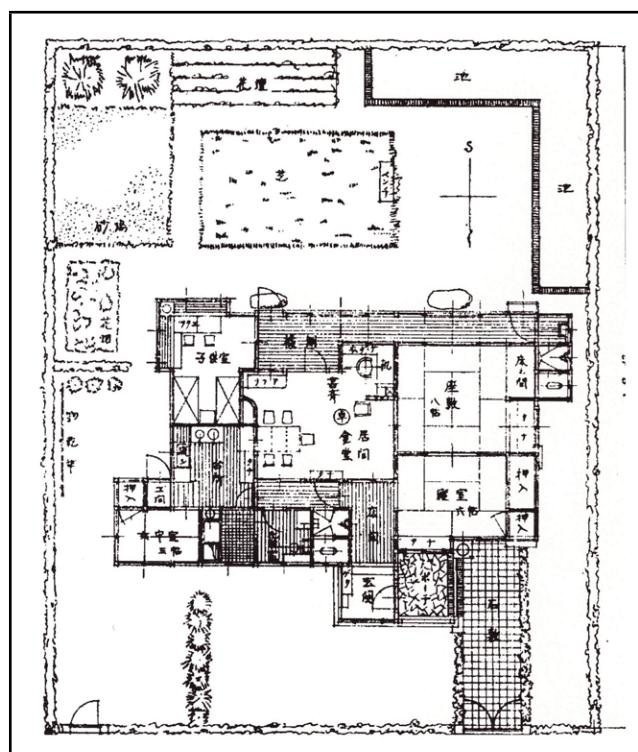


Figura 5. Modelo ideal de vivienda unifamiliar para la era Showa. Premio «Shindaiyutakusetsubi» Competition. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 8), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

RINTOUKUGUEKI 'ESTRUCTURA'

En los modelos discutidos, la estructura *yashiki*, que genera un espacio natural rodeante o rodeado, en el caso de *machiya*, permitió un desarrollo importante de las calidades *kotaiiki*. La ciudad moderna, en su crecimiento, reduce los terrenos para las viviendas que, gracias al desarrollo económico, aumentan de tamaño. La vivienda ofrece la imagen de *yashiki* en la percepción desde la calle. En el interior de la manzana, las casas se separan por un espacio residual llamado *rintokugeki* (figura 6).

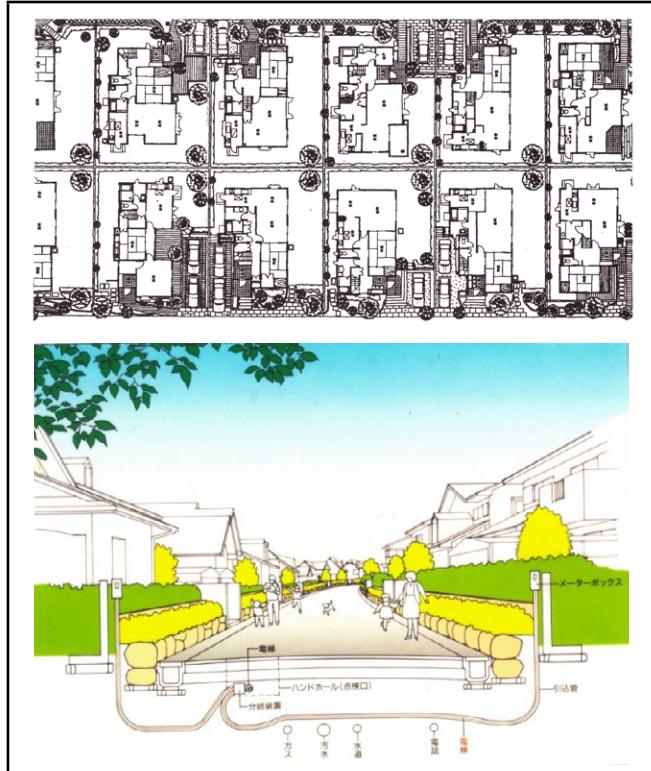


Figura 6. Folleto de venta de la urbanización Sakura Yamate en Fukuoka. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintokugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu, E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

La metodología de esta investigación propone una forma de ver y nombrar calidades espacio ambientales que están en la génesis de las arquitecturas tradicionales que inspiran una estética de la conciencia ambiental en el diseño arquitectónico.

METODOLOGÍA. OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DEL KOTAIKKI**OBJETO DEL ANÁLISIS**

Localizada en la prefectura de Fukuoka, en la isla de Kyushu en Japón, la casa Yokooji Sennenkei hace parte de las casas patrimoniales (*minka*) que los agricultores japoneses construyeron y reconstruyeron entre la Edad Media y Moderna en cada región de Japón (figura 7).



Figura 7. Yokooji Yashiki [fotografía]. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintokugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu (p. 6), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

Reconstruida por la familia Yokooji, a principios del siglo XVIII, fue visitada por la peregrinación budista que buscaba su expansión instalando templos en los lugares donde encontraban ciertas características, entre ellas un manantial de agua pura. Esta *minka* alberga desde entonces una pieza sagrada y la promesa de conservarla y mantener un pequeño fuego encendido durante mil años, por esta razón es llamada *sennenkei* 'casa templo'.

Se conocen tres reformas desde su construcción inicial. Una primera instancia que corresponde al paso de *tateana yukyo* 'construcción excavada cubierta en fibra natural' a *heichi yukyo* 'construcción horizontal o sobre la superficie y cerramientos en bahareque'. Bajo *moya* 'la cubierta madre', construida en *kayabuqui* 'fibra natural', *doma* 'la superficie de tierra' es recubierta en partes con esteras y tarimas que evolucionan en el espacio del *tatami* 'piso alto'. Con la introducción de la *kawara* 'teja de barro', desarrollada en la construcción de castillos, el encierro en pared de bahareque es remplazado en algunas partes por una franja cubierta llamada *gueya* 'alero', permitiendo así conectar el interior con su entorno y el desarrollo de una variada

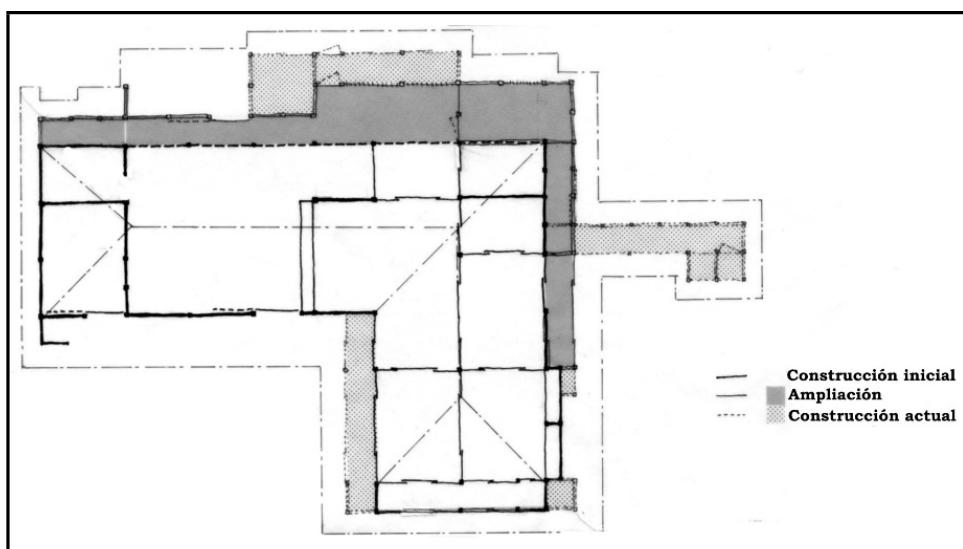


Figura 8. Casa Yokooji. Reconstrucción aproximada de las etapas de expansión de la vivienda. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyū (p. 44), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

arquitectura de papel y maderas. Así, esta casa posee la característica de una *nouka* ‘granja’ y también de una *bukeiyashiki* ‘casa de samurái’ (figura 8).

OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN

Durante 3 días en verano (septiembre de 1993) y 3 días en invierno (enero de 1994) se obtuvieron tres tipos de datos numéricos y cualitativos:

- Morfología arquitectónica:** reconocimiento de la estructura espacial del espacio rodeante *yashiki*; de la estructura principal interna *doma-tatami*; de la estructura espacio ambiental de la arquitectura de borde, en esta de la relación interior-exterior (*kotaiiki*). Observación, levantamiento y detalles de los componentes espaciales y materiales. Se elaboraron planos y esquemas de levantamiento.
- Medio ambiente térmico:** mediciones de temperatura del aire, temperatura radiante y velocidad y dirección de viento en un total de 25 puntos localizados en el espacio rodeante *yashiki*, en el espacio del borde *kotaiiki* y en el espacio interior *doma* y *tatami*. Se elaboraron gráficas de fluctuación de la temperatura y gráficas de vectores de viento y mapas de viento.

- Vida cotidiana:** observación y seguimiento de la vida cotidiana en los espacios, recorridos, estancias y actividades realizadas por cada uno de los habitantes de la casa entre 6:00 a. m. y 6:00 p. m. Se elaboraron mapas de recorridos y puntos de estancia, y tablas de tiempo y actividades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados arquitectónicos, térmicos y humanos obtenidos se analizaron en sus coincidencias entre los tres tipos de datos, sobre las que se discutirá el concepto *kotaiiki* propuesto.

MORFOLOGÍA ARQUITECTÓNICA KOTAIKKI

En esta arquitectura del borde de la casa se identificaron 8 patrones de relación interior-exterior, repartidos en 12 lugares del borde: *step*, *yugó*, *kusabi*, *shadan*, *gyoushutsu*, *outotsu*, *mado* y *tsunagari* (figura 9).

De estos ocho patrones se analizarán detalladamente cuatro, en cuanto a su morfología, medio ambiente térmico y vida cotidiana.

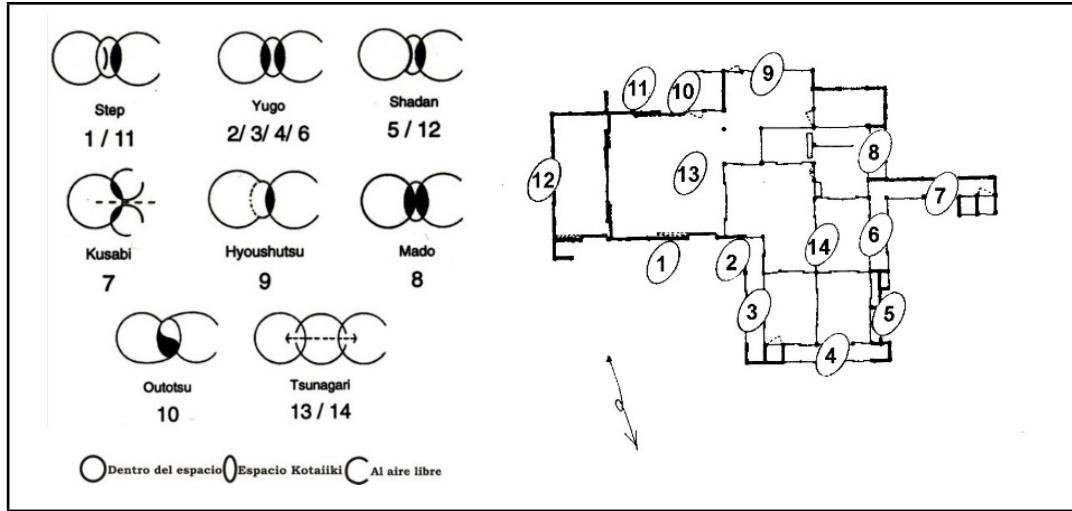


Figura 9. Mapa y representación gráfica de la relación Interior – exterior de cada patrón kotaiiki encontrados en la arquitectura de borde. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 90.

STEP ‘PASO’ 1 Y 11. MORFOLOGÍA ARQUITECTÓNICA (FIGURA 10)

Elementos arquitectónicos: alero, pared de tierra bahareque, puerta corrediza en madera, piso en tierra.

Configura una relación abierta y directa al espacio externo de la casa y una división en tierra bahareque con puerta de acceso corrediza hacia el espacio doma ‘interior de la casa’. El alero define la franja de espacio, la pared crea la división interior-exterior y el piso en tierra la continuidad. Este espacio define su función como zona de acceso a doma ‘espacio en contacto con la tierra’. Su escala crea un volumen que permite la estancia. Es lugar de paso, acceso, estar y sitio para colocar objetos de la vida diaria (leña, plantas, etc.).

YUGÓ ‘FUSIÓN’ 2, 3, 4, 6. MORFOLOGÍA ARQUITECTÓNICA (FIGURA 11)

Elementos arquitectónicos. Estáticos: alero, columnas de madera, piso elevado de madera y/o tatami; elementos móviles: tableros corredizos y desmontables fabricados en madera y papel, algunas veces utilizando vidrios. Son colocados en dos capas de cerramiento dejando un espacio de un metro aproximadamente.

Las puertas corredizas dobles dan a este borde la característica dinámica de transformar en el tiempo la relación adentro-afuera, permitiendo así disfrutar el microclima. Su proporción antropométrica permite al ser humano habitar la relación interior-exterior en el tiempo cotidiano. Su escala permite la estancia. En él

se desarrollan «actividades locacionales» (Caro, 1994b) cuando la actividad no está amarrada o condicionada a la función, sino más bien al confort, la contemplación y la libre comunicación, principalmente.

KUSABI ‘AGUJA’ 7. MORFOLOGÍA ARQUITECTÓNICA (FIGURA 12)

Elementos arquitectónicos: pared, piso alto de madera, alero. Los patrones propuestos hasta ahora son espacios que se forman en sentido paralelo al borde del edificio. Kusabi se distingue por ser un elemento perpendicular al borde del edificio que divide el espacio rodeante en dos ambientes térmicos contrarios: fresco y caluroso. La disposición geométrica y el diseño de este espacio borde permite a las personas, por un lado, adentrarse en el jardín sin salir de la casa, en una la relación con el microclima y la contemplación. En el otro lado, el diseño expone la pared conformando un rincón colector que absorbe la energía solar para así acumular calor a lo largo del verano. En el interior de este costado, una pequeña ventana ilumina la habitación dormitorio.

SHADAN ‘RECHAZO’ 5, 12. MORFOLOGÍA ARQUITECTÓNICA (FIGURA 13)

Elementos arquitectónicos: superficie de pared de tierra, alero, piso de tierra. En shadan, la pared cambia el ambiente externo generando un vacío. La orientación del sol (sur oriente) permite la ganancia térmica. En el espacio rodeante, estos muros se convierten en escenarios de actividades productivas.

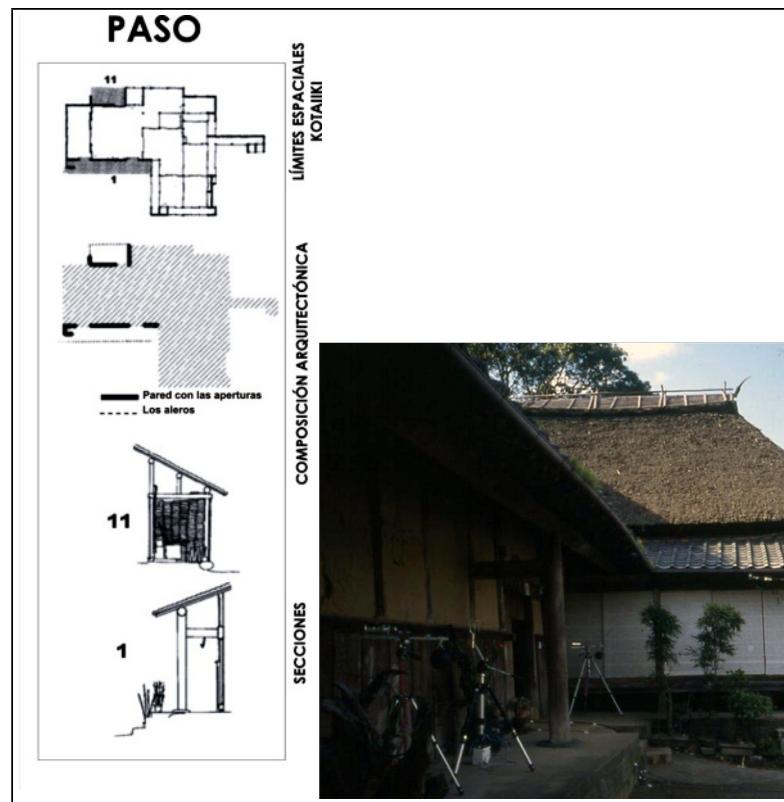


Figura 10. Kotaiiki step morfología arquitectónica [fotografía]. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu (p. 36), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

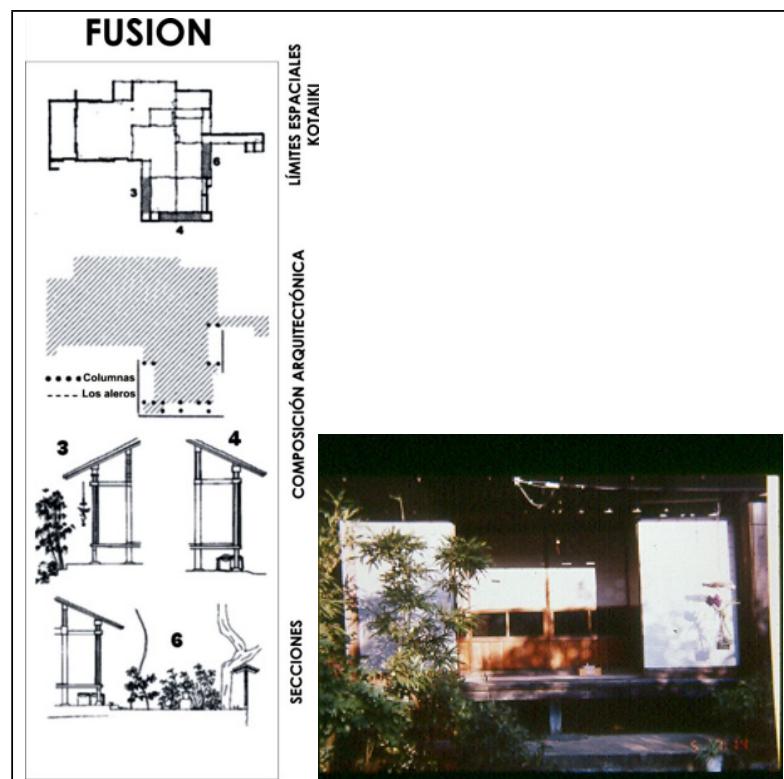


Figura 11. Kotaiiki yugó. Morfología arquitectónica [fotografía]. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu, E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

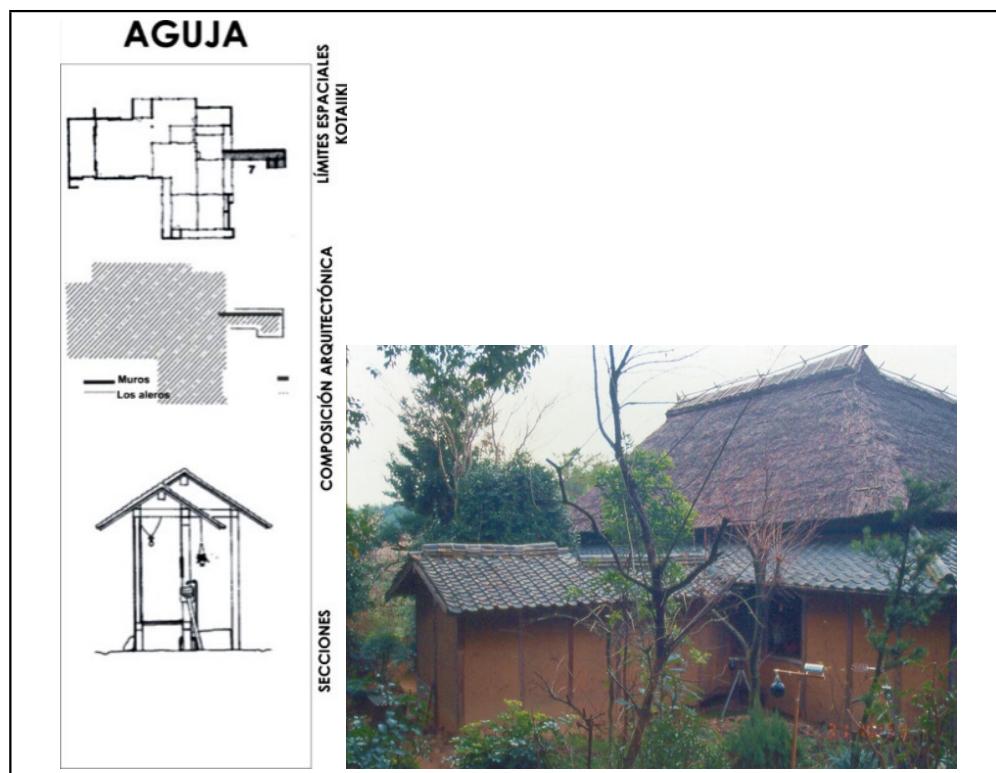


Figura 12. Kotaiiki kusabi. *Morfología arquitectónica [fotografía]*. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 37), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

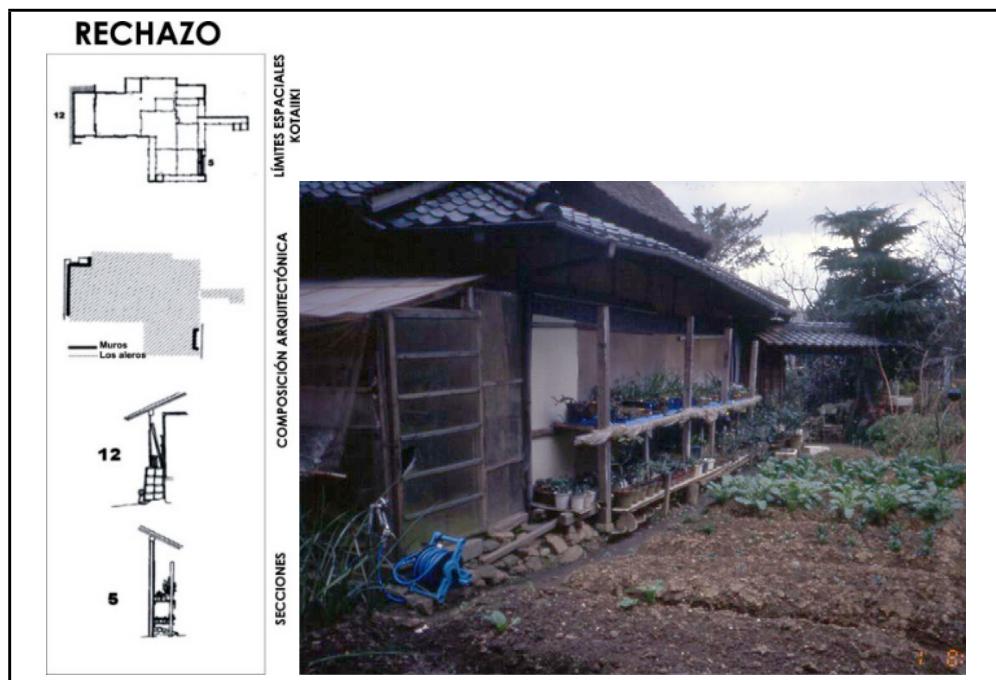


Figura 13. Kotaiiki shadan. *Morfología arquitectónica [fotografía]*. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 38), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

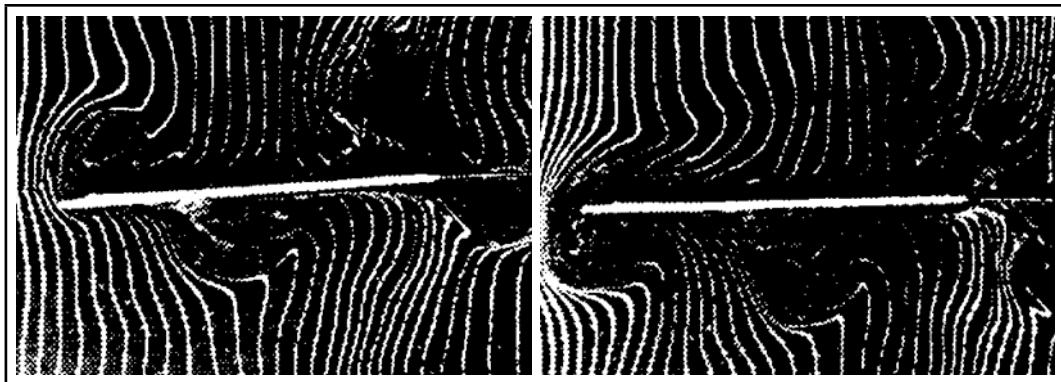


Figura 14. Visualización experimental de la capa límite. Y. Yabuki, *kaze to kou gousei*, Nōsan gyōson bunka kyōkai (1990) Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyū (p. 22), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

MEDIO AMBIENTE TÉRMICO KOTAIKKI

Yabuki (1992), en el libro *Kaze no kougosei*, mediante un experimento de visualización, revela la capa límite que genera el movimiento convectivo del aire en la superficie de una hoja en el momento de la fotosíntesis (figura 14).

Las plantas absorben dióxido de carbono a través de la hoja y, a través de esta, recolectan energía solar para ejercer la fotosíntesis. Justo en la superficie de la hoja se deben generar las condiciones necesarias para que el anhídrido carbónico se fije en ella. La hoja, con su movimiento tambaleante (para el cual su diseño está previsto), crea una turbulencia que adelgaza el aire, eliminando la influencia del viento en esta zona.

Así, gracias a la formación de esta capa límite, la hoja puede hacer intercambios, como absorber CO₂, agua y, para esto, al mismo tiempo, las hojas manejan un campo de turbulencia que se transmite a las ramas y el tronco del árbol generando su ámbito total que ya es percibido por la escala humana.

Nita et al. (1981), en el libro «*Kankyo ryōuka bikikou sekkei* ‘Diseño del microclima’», mediante mediciones de la pluviosidad desde el límite hacia afuera alrededor de un volumen arquitectónico, revelan la forma de la capa límite (figura 15).

La lluvia que va con el viento cae diagonalmente. El viento, al encontrar un edificio, crea un fenómeno barlovento y sotavento. En barlovento el viento se acelera

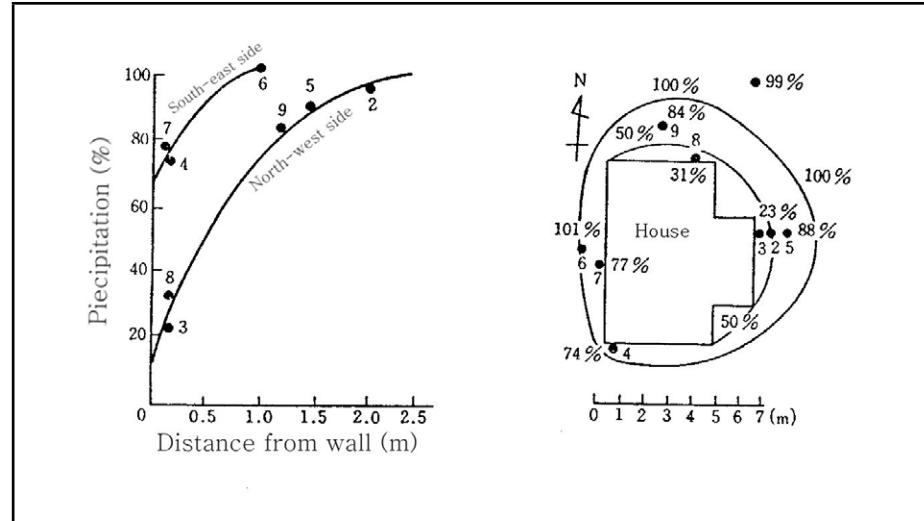


Figura 15. Distribución de la pluviosidad alrededor de una casa que se indica en porcentaje relativo la zona de máxima pluviosidad medida. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyū (p. 23), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu

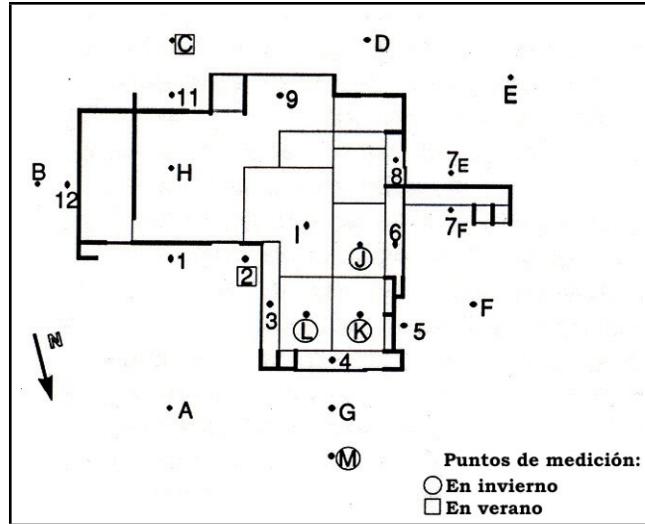


Figura 16. Puntos de medición de temperatura del aire y viento - yashiki y kotaiiki. Fuente: tomado de Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu (p. 45), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

y la lluvia es abundante. En sotavento, el viento deja un vacío y la lluvia es escasa. Así, el ámbito del viento se hace tangible y visible en la lluvia.

Para comprender la arquitectura kotaiiki en su característica medio ambiental térmica, se realizaron mediciones de la temperatura del aire en el espacio interior (*moya*) y en el espacio del borde (*kotaiiki*) utilizando termocuplas; mediciones de la temperatura en el espacio rodeante (*yashiki*) utilizando termocuplas con sombra; mediciones de la velocidad y la dirección del viento en tres puntos, dos en el espacio rodeante y

uno en el espacio del borde, en los cuales se instalaron anemómetros de ultrasonido, todos colocados a 1,20 m de altura; mediciones de la velocidad y la dirección del viento en un punto referente a 4,6 m de altura utilizando anemómetro de 3 cucharas y veleta. Los datos fueron consignados cada 10 segundos en una memoria de datos. Se programaron promedios cada 1 y 10 minutos para 60 datos por hora. Los análisis de temperatura se hicieron sobre gráficas de fluctuación de la temperatura en el tiempo. Los análisis de velocidad y dirección del viento se hicieron sobre gráficas de vectores de viento (figura 16 y tabla 1).

Tabla 1. Puntos de medición de temperatura del aire y viento - yashiki y kotaiiki.

Ítem	Dispositivo	Puntos de medición, 25 puntos			
Espacio		Yashiki	Kotaiiki	Tatami	Doma
Temperatura del aire (°C)	Termocupla con sombra	A, B, C, D, E, F	1, 2, 7 E, 11, 12		
	Termocupla sin sombra		3, 4, 5, 6, 7F, 8, 9,	I, J, K, L	H
	Termocupla en globo		7E, 7F,		
Velocidad del viento (m/seg) y dirección del viento	Anemómetro ultrasónico	C, D, E, F	2		
	Anemómetro de cuchara y veleta	A			
Lugar: Yokooyi Sennenkei, Shingu, Prefectura de Fukuoka, Japón. Fechas: 2, 3 y 4 de septiembre de 1993 (verano); 29, 30 y 31 de enero de 1994 (invierno).					

Fuente: adaptado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 89.

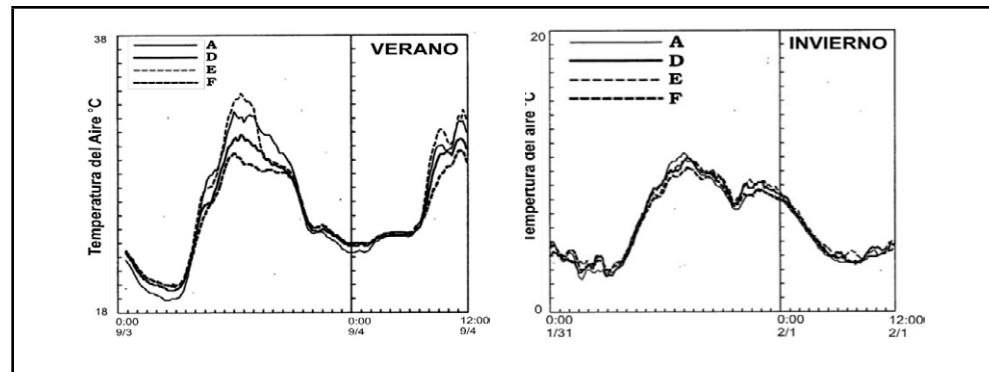


Figura 17. Fluctuaciones de temperatura del aire en el yashiki. Fuente: tomado de «*Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and its relation with Human living life*» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 89.

YASHIKI 'MICROCLIMA'

Una comparación entre la velocidad del viento en el interior del yashiki y el exterior de su bosque rodeante, llevada a cabo en un número de casas tradicionales japonesas, arrojó que «la velocidad del viento interno es $\frac{1}{3}$ de la velocidad del viento externo» (Nita, et al. 1981).

Mediciones de temperatura del aire en 4 puntos del espacio rodeante yashiki (A, D, E, F) arrojaron diferencias hasta de 4°C en el mediodía del verano y hasta 1°C en invierno, lo cual refleja una mayor variedad de temperaturas en verano y disminución de diferencias en invierno. En verano, durante la noche, las temperaturas muestran diferencias hasta de 4°C entre los puntos de medición cercanos al piso ($1,20\text{ m}$) y el punto de medición A, situado a $4,6\text{ m}$ del piso (figura 17).

Las diferencias de temperatura se empiezan a observar hacia las 8:00 a. m., así se activa el aire y los microclimas por acción del sol, y se instalan las geometrías naturales y arquitectónicas, la vegetación y la morfología. La casa se abre en verano para absorber la calidad microclimática del yashiki y en invierno se cierra, aislamiento térmico.

EL SISTEMA AMBIENTAL DEL BORDE (KOTAIKIKI)

STEP 'PASO' - 1. 11. MEDIO AMBIENTE TÉRMICO (FIGURA 18)

Las fluctuaciones de temperatura en step 1 y 11 muestran una marcada tendencia a temperaturas intermedias diurnas en verano y en la noche se acerca más

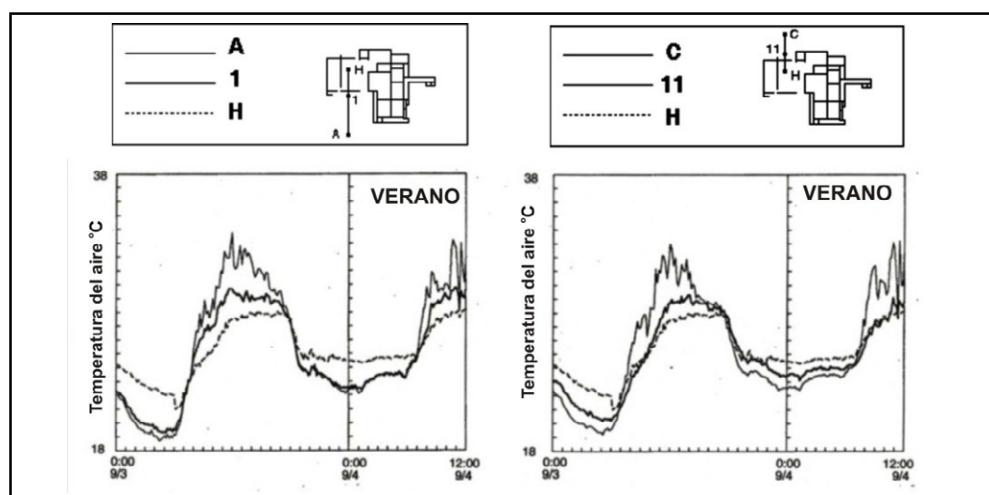


Figura 18. Fluctuaciones de temperatura del aire en el kotaiiki step 1 y kotaiiki step 11. Fuente: tomado de «*Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and its relation with Human living life*» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 91.

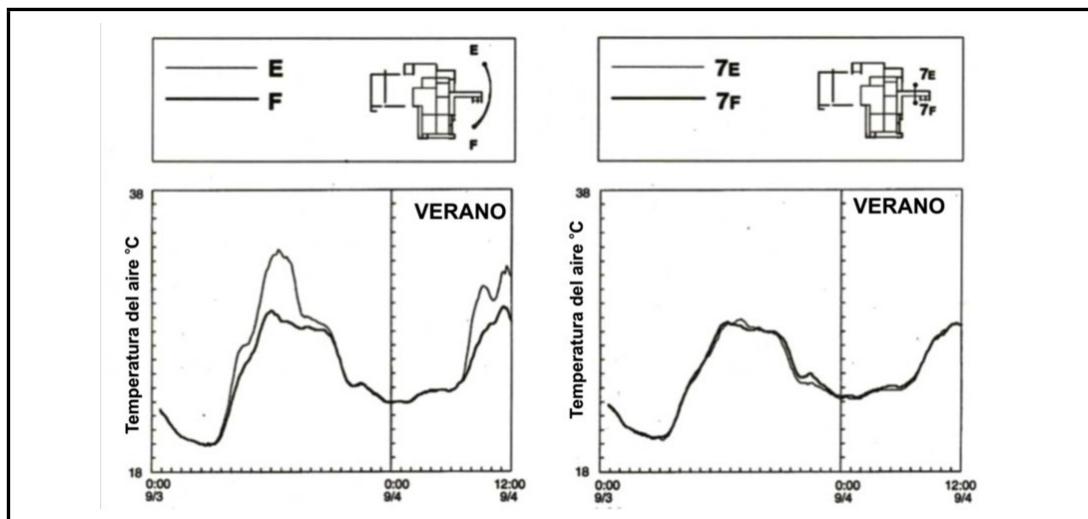


Figura 19. Fluctuaciones de temperatura del aire en el kotaiki kusabi 7. Fuente: tomado de «*Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and its relation with Human living life*» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 91.

a la temperatura exterior dada su planta abierta. Step 11, cuyo espacio está más cerrado y porque allí se acumula la madera que mantiene el fuego en la noche de verano, mantiene la temperatura intermedia.

KUSABI 'AGUJA' - 7. MEDIO AMBIENTE TÉRMICO (FIGURA 19)

La arquitectura de Kusabi 7 consiste en una pared perpendicular a la línea borde del edificio y que soporta un corredor de piso alto, cubierto. Durante el día, las temperaturas del aire de los espacios abiertos colindantes al norte (F) y sur (E) marcan grandes diferencias, no así durante la noche, cuando la diferencia desaparece. Se tomaron otras mediciones en (7F) y (7E) para examinar la influencia inmediata de la pared. Se encontró que la temperatura es casi uniforme. Aquí se reconoce el efecto de capa límite; la pared, por su masa, afecta las condiciones ambientales térmicas del aire en contacto con ella.

De lo anterior podemos concluir que, por la existencia de kusabi (7), se conforman: un espacio externo (F) protegido de la radiación solar, que se identifica aquí

como refrigerante en verano, y un espacio externo (E) desprotegido y, por lo tanto, provisto del recurso solar, lo que influirá en la conformación de un recurso de calor para el invierno conformado por la zona sur oeste de la casa.

En los mapas de viento se puede observar la delicada formación de un *bikikou* 'microclima' en la arquitectura kotaiki. Los puntos de medición se indican con letras o números, siendo el punto A el más alto (6 metros); los demás puntos se instalaron a la altura del humano (1,2 metros); los vectores indican direcciones de procedencia de estos vientos y los puntos negros y blancos la frecuencia y velocidad de estos vientos en el día y en la noche. La velocidad del viento en cierta dirección será más alta cuando el punto se acerca al centro de medición. Se puede observar que kusabi (7) está orientado hacia los vientos más fuertes del invierno como un rompevientos. En el verano húmedo, característico de Japón, convierte al viento suave en un recurso de ventilación refrigerante que las personas dosifican manipulando las puertas corredizas de *yugó* (6), así se revela la estructura kotaiki como herramienta de climatización. Se identificó el efecto microclimático del *yashiki* y el *kotaiki* (figura 20).

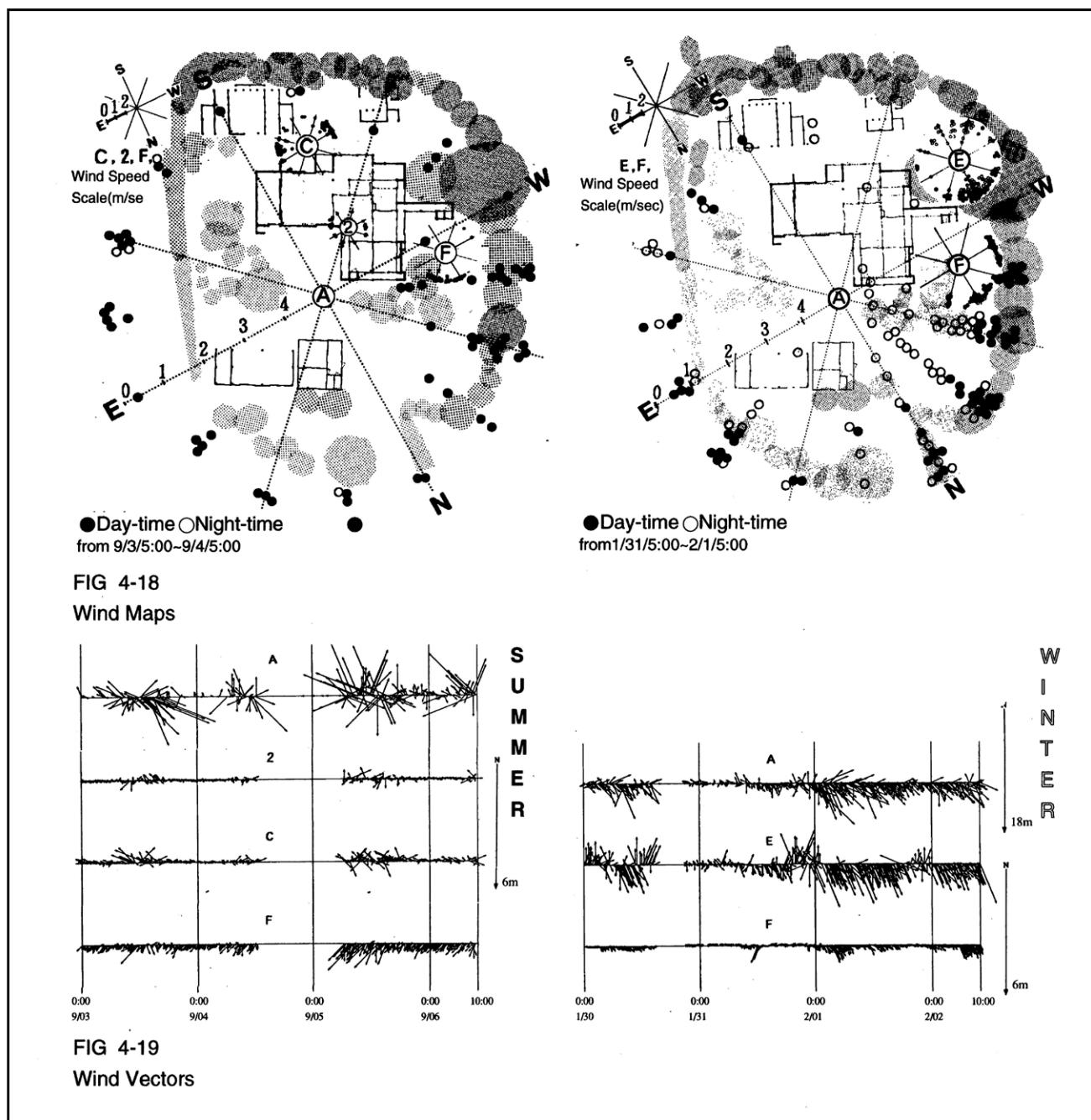


Figura 20. Yokooyi sennennkei - mapas de viento del verano y del invierno. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 89.

**YUGÓ 'FUSIÓN' - 3 Y 6 MEDIO AMBIENTE TÉRMICO
(FIGURA 21)**

Durante la noche, las fluctuaciones de temperatura en yugó (6) se encuentran cercanas a las del espacio interior. A las 6:00 a. m., la temperatura interior cae instantáneamente 2 grados centígrados en el momento en el que un habitante abre las puertas corredizas (*shoyi*) que integran el interior con el exterior. Más tarde, cuando el sol calienta en el verano, las temperaturas exteriores (F), (6) e interior (tatami) se unifican conformándose así el mecanismo refrigerante de la casa en el verano. Este efecto se aumenta o aminora mediante la apertura del *kotaiiki*. Se identifica, entonces, el efecto microclima dentro del *yashiki* provocado por *kusabi* e implementado en yugó (6).

A partir del mediodía, las temperaturas de yugó y del espacio interno se parecen, mientras las fluctuaciones de temperatura difieren; el espacio interno presenta una fluctuación suave al mismo tiempo que yugó (3) presenta una fluctuación intermitente con picos hasta de 2 grados centígrados de diferencia. En este punto aprendemos que en las zonas borde de la casa que están construidas con espacios en vez de paredes albergan ambientes con movimiento de aire ocasionado por la diferencia de temperatura y presión entre el interior y el exterior. Este espacio se convierte entonces en un lugar de vida cotidiana donde hay confort térmico en verano. Cuando el sol se oculta se puede observar la caída de temperatura en yugó. Más tarde, cuando los habitantes cierran el *shoyi*

'puertas corredizas de papel' las temperaturas internas de yugó se estabilizan, actuando como aislante térmico. Tanto en verano como invierno yugó alivia la sensación térmica.

Hemos visto en cada *kotaiiki* analizado (*step*, *yugó*, *kusabi* y *shadan*), una característica morfológica y medio ambiental identificable que los convierte en dispositivos de diseño medio ambiental. Por ejemplo, *kusabi* ejerce un fuerte control en el microclima del *yashiki*, lo que permite la relación espacial abierta interior-exterior; yugó proporciona un borde espacial que aprovecha las diferencias de presión del aire interior-exterior.

En verano, cuando está abierto, en ese lugar sucede un movimiento peculiar de aire o viento que incide en la sensación térmica y, en invierno, cuando está cerrado aprisiona el aire quieto encapsulado que actúa como pared aislante en el frío.

La morfología en forma de L del *moya* o cubierta madre de la casa dan la espalda a los vientos fuertes y helados del invierno. En esta época, la arquitectura dinámica del borde-*kotaiiki* cumple una función aislante con el medio ambiente térmico externo (yugó 2, 3, 4 y 6). La zona sur de la casa expone vidrieras en la cocina que absorben la radiación solar, calentando el *doma* (*outotsu* 9, 10), y las paredes de tierra (*shadan* 12) guardan energía calorífica. Para el verano, la arquitectura del borde atrae los vientos suaves del verano (*kusabi* 7) que atraviesan el elemento dinámico que permite controlar las entradas y salidas del aire (yugó 6) ayudado por el diseño microclimático del *yashiki*.

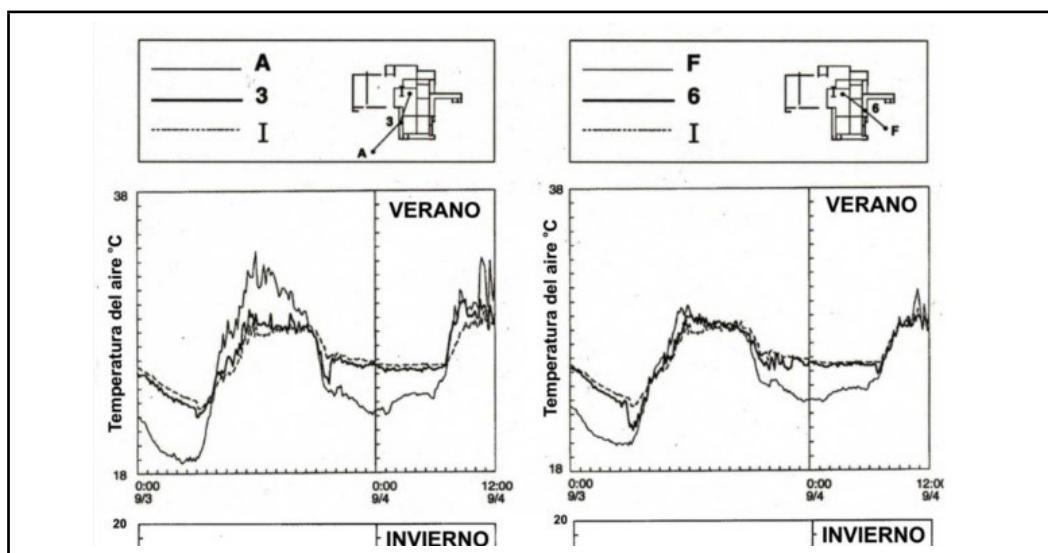


Figura 21. Fluctuaciones de temperatura del aire en el *kotaiiki* yugó 3 y 6. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 91.

ESTRUCTURA AMBIENTAL DOMA-TATAMI

La vivienda tradicional japonesa bajo el *moya* (cubierta principal) está constituida interiormente por dos tipos de espacios definidos por la materialidad del piso. El piso de tierra (*doma*) y el piso alto (*tatami*). Mientras que *doma* mantiene estable la temperatura bajo la cubierta gracias a su capacidad térmica, el piso alto de fibra natural aísla del contacto con la tierra, generando una sensación térmica más seca, refrescante y cálida (figura 22).

Se comparan las fluctuaciones de temperatura entre exterior (A), espacio *doma* (H) y espacio *tatami* (I). El área sombreada reúne la zona de fluctuaciones de temperatura del aire en el espacio del borde *kotaiiki*, durante dos días de verano (septiembre 3 y 4); las temperaturas de la franja *kotaiiki* entre las temperaturas máximas y mínimas del espacio interior (I) y exterior (A). Así se explica que la estructura medio ambiental térmica de la casa tradicional japonesa tipo *nouka* está soportada por la relación *doma-tatami*, fenómeno ya conocido. La presente investigación adiciona el conocimiento del fenómeno *kotaiiki*.

KOTAIKI ‘VIDA COTIDIANA’

Shimiya (1970), en su libro *Sumai to fudo*, detalla la vida cotidiana japonesa a través de sentir, el nombrar, el crear una relación permanente con los diversos elementos de la naturaleza: lluvia, árbol, madera, agua, la humedad, bambú, viento, verde, el calendario, el vivir.

La familia Yokooji que habita el *yashiki* son 3 adultos. El esposo y la esposa suelen reunirse en el *ima* (J) ‘sala’, donde se alimentan, en el verano por ser el espacio más fresco y en el invierno, con la madre, también por ser el más cálido. En las horas, cada uno desarrolla un recorrido cotidiano. El marido frecuenta el *ima* y su taller de árboles bonsái, trabaja en las plántulas y plantas que organiza en *shadan* (12) y el jardín, toma descansos en el *kotaiiki* y sale del *yashiki*. La esposa, ocupada en los quehaceres de la cocina, el huerto y la casa, toma pocos descansos en los espacios del borde *kotaiiki* (*yugou*) y en el *doma* al borde del *tatami*. La madre, lentamente, se ocupa de sus ancestros en el *tatami* colocando arroz y agua en las repisas donde permanecen las pequeñas figuras simbólicas; prefiere descansar en el *kotaiiki* (*yugou* 4, en el lado norte de la casa (G), contemplando el pequeño jardín iluminado por el sol del sur, que tiene un muro que lo interioriza donde la brisa es casi imperceptible. En invierno, la familia se aleja del *kotaiiki* buscando el sol a distancia del edificio realizando recorridos en el exterior, visitas y conversaciones en el *hanaré* –es una estancia apartada del *moya* que se construyó para que la abuela tome el sol en el invierno– y estancias en la sala familiar *ima*, donde se reúnen alrededor del *kotatsu* ‘mesa con calentador incorporado’ (figura 23).

Durante 12 horas al día (6:00 a. m. a 6:00 p. m.) se consignaron los recorridos y estancias de las tres personas (adultos) que habitaban la casa, y la actividad que realizaban en cada punto de estancia (figura 24).

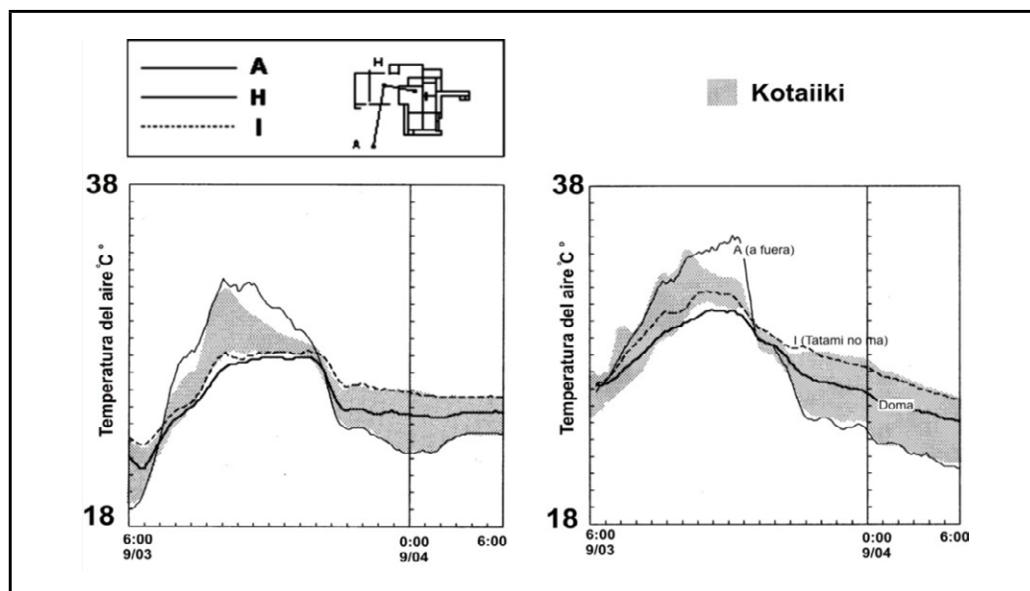


Figura 22. Fluctuaciones de temperatura del aire de verano en el espacio doma. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 56), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

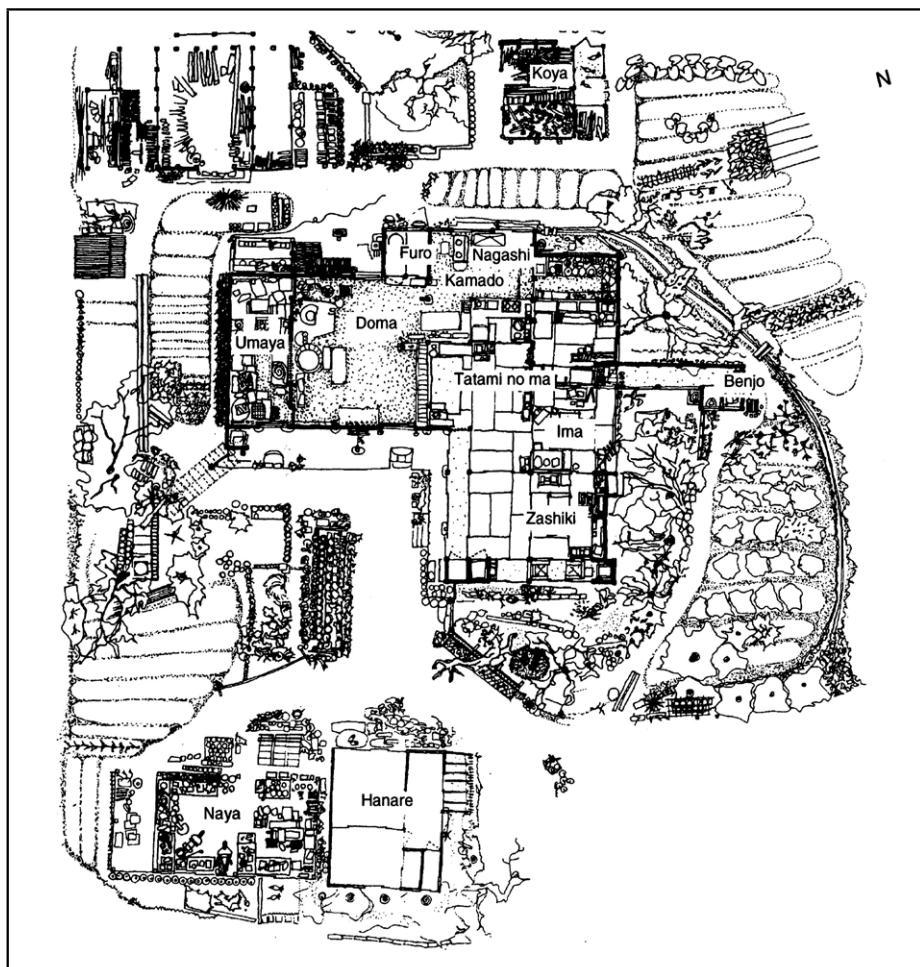


Figura 23. Yokooji sennenkei. Interior del yashiki. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 88.

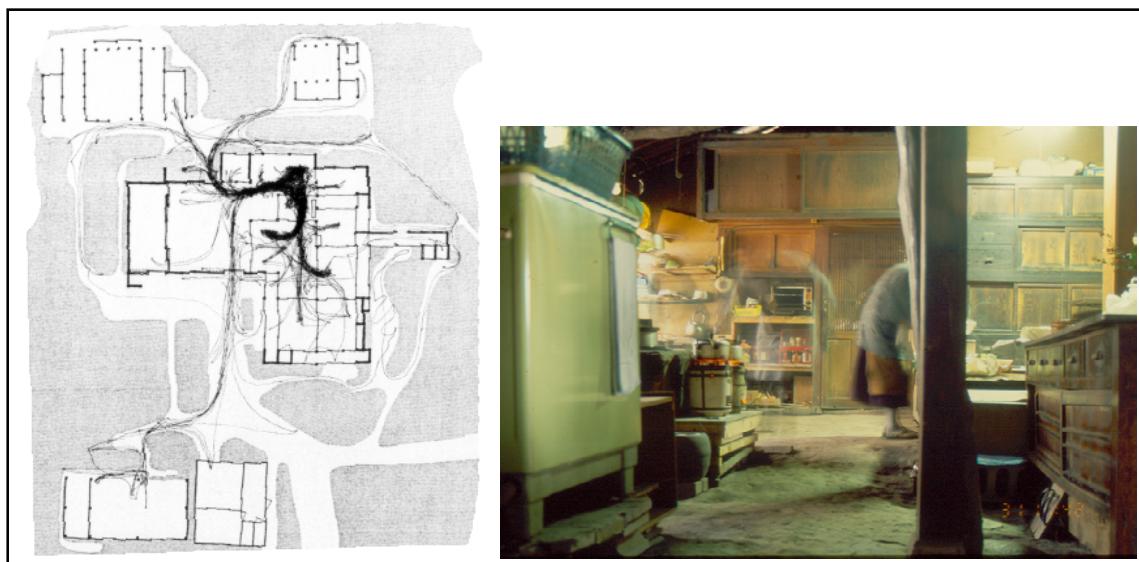


Figura 24. Yokooji Sennenkei. Recorridos de la señora ama de casa durante 3 días en verano [fotografía]. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ, 460, p. 94.

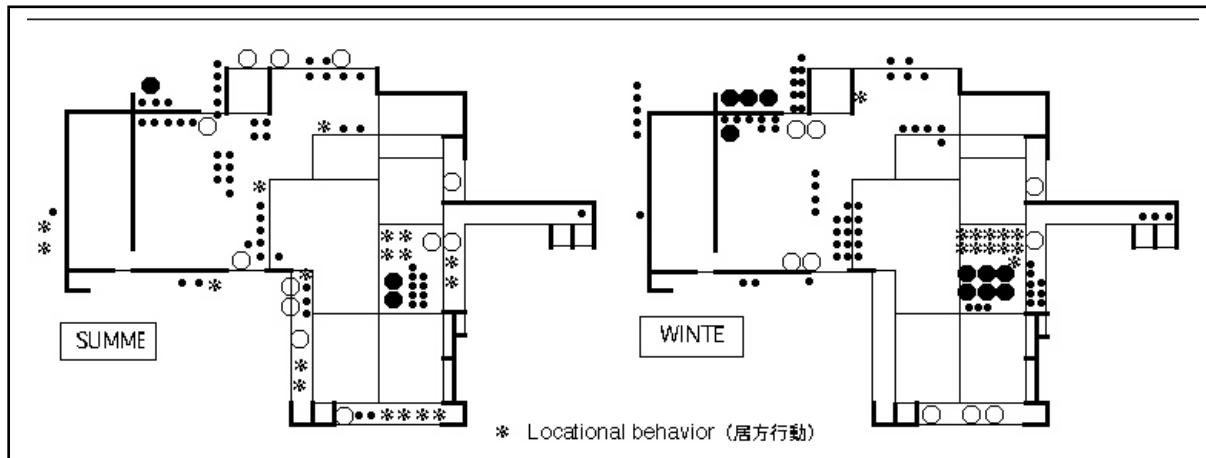


Figura 25. Yokooji sennenkei. Tabla y localización de las actividades cotidianas. Fuente: tomado de «*Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and its relation with Human living life*» (1994b), por E. Caro, *Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ*, 460, p. 92.

Al observar los lugares cotidianos en su relación con la morfología arquitectónica, el medio ambiente y la presencia humana, las actividades registradas las clasificamos en tres clases:

1. Actividades funcionales (señaladas con puntos negros) que, para su realización, dependen de un dispositivo o lugar especializado.
2. Actividades locacionales (señaladas con asteriscos) cuyo principal objetivo es el estar.
3. Actividades de control ambiental (señaladas con puntos blancos) para las cuales se ha de manipular un dispositivo arquitectónico (figura 25).

Con base en estos datos se organizaron las actividades y el lugar de su ejecución, tanto en invierno como en verano. Se pudo observar cómo las actividades, siendo las mismas, se trasladan de lugar, especialmente las actividades locacionales en respuesta al ambiente estacional y la búsqueda de confort térmico (figura 26).

Elementos, como asoleación en el invierno y movimiento de aire en el verano, cambian levemente la localización humana respondiendo también a las alternativas arquitectónicas.

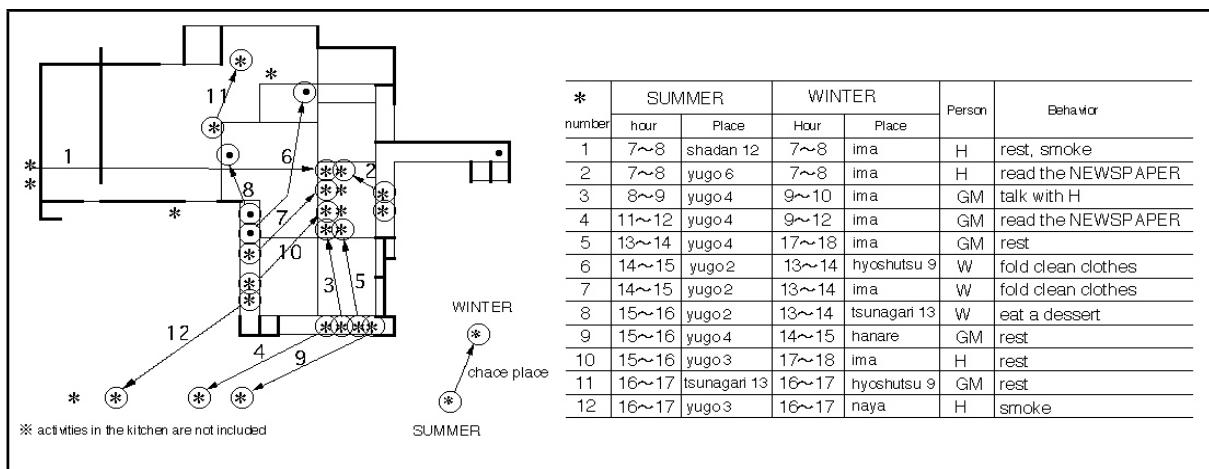


Figura 26. Yokooji sennenkei. Tabla y localización de las actividades cotidianas. Fuente: tomado de *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* (p. 65), E. Caro, 1994a, Universidad de Kyushu.

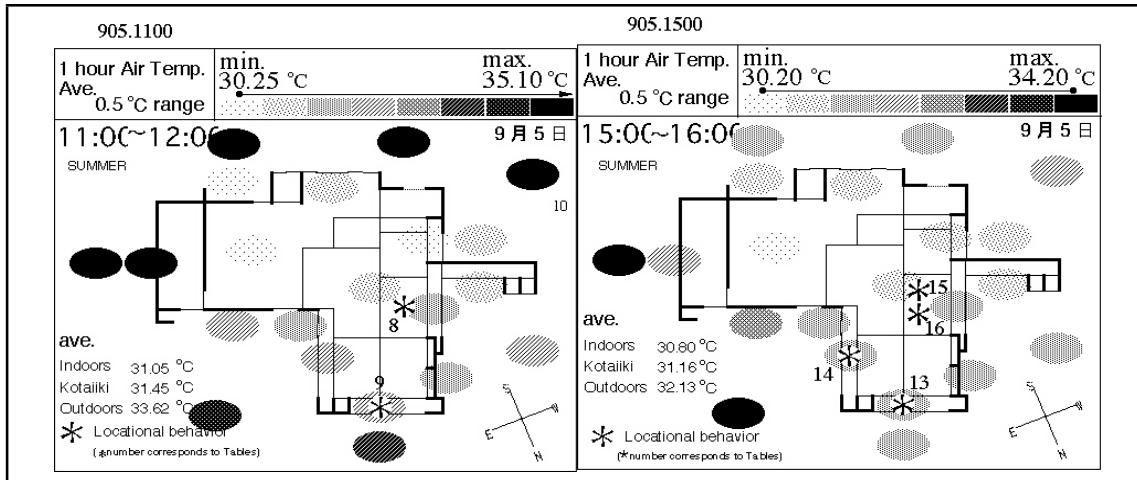


Figura 27. Yokooji sennenkei. Distribución horaria de la temperatura y localización de actividades locacionales. Fuente: tomado de «Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life» (1994b), por E. Caro, Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AJJ, 460, p. 93.

Comparando la localización humana con la distribución de la temperatura, con base en los datos térmicos consignados en la medición, se puede corroborar que la localización de las personas coincide con la búsqueda de confort térmico (figura 27).

La estructura espacial *yashiki* hace de la casa un microcosmos con el ecosistema. La utilización y el recorrido de los espacios abiertos alrededor del *yashiki*, de los espacios arquitectónicos del borde y del interior de la casa se definen por razones funcionales, ambientales y sociales, pero sobre todo por sensaciones, pensamientos, estados de ánimo, clima, etc. Así, la casa dispone de zonas de contemplación, trabajo, autosuficiencia, contacto social e intimidad donde el borde complementa en su arquitectura la relación humana con la naturaleza rodeante.

CONCLUSIÓN

La relación ancestral de la vivienda tradicional japonesa con el entorno se explica en su concepción de espacio (*ma*); en sus elementos físicos (*yáshiki*, *moya*, *doma* y *tatami*) estructurantes de un espacio ambiental y microclimático (*bikikou*). Como enlace de este proceso de diseño ambiental, aparece la relación interior-exterior que se instala en el borde del edificio, cuya arquitectura configura una zona límite ambiental, el espacio del ámbito, donde nace la arquitectura *kotaiiki*. En el análisis presentado se encontraron coincidencias que explican la correspondencia entre el diseño de un espacio, un fenómeno medio ambiental térmico y el habitar. Tres naturalezas de dato: térmico, morfológico y humano que se diferencian en sus variaciones espaciales y temporales.

La investigación señala un espacio problema en la planeación de la vivienda urbana que llamamos *rintokugeki*, espacio rodeante ambientalmente no controlado que encontramos en las urbes contemporáneas ocasionado por la disminución creciente de áreas de construcción (figura 6). Tal disminución del espacio rodeante ya había sido solucionada en el esquema de la casa *machiya* (figura 3) que reordenó la estructura espacio-ambiental y bioclimática del *yáshiki* para unas nuevas condiciones prediales. Esto quiere decir que el *kotaiiki* no es un elemento, sino un concepto; no una forma, sino una morfología; no es un espacio, sino una calidad espacio ambiental.

En análisis posteriores sobre arquitecturas tradicionales colombianas en Cartagena y Manizales (Caro y Delgado, 2010) se avanzó en una manera de comparar un número de soluciones de vivienda tradicional unifamiliar para determinar cuál sería la mejor ventilada, lo que llamamos «índice advectivo».

La visión a futuro de esta investigación se ubicaría en los límites proyectuales con la simulación, que supere la brecha del tiempo (pasado, presente y futuro) entre las variables forma, ambiente y habitar.

El cambio climático crea necesidades como la conservación de la naturaleza y el medio ambiente, el cuidado, la salud, la eficiencia energética, la ecoproducción. Temas como el ciclo de vida de la materia, la termodinámica o la comunicación son hoy más

atendidos y necesarios en la arquitectura, y serán posibles en la medida en que, al diseño de la arquitectura, le otorguemos nuevos valores que podamos contrastar.

REFERENCIAS

- ARATANI, N. (1987). Kamigatakaihoukeimachiyayukyo no natsu no kankyououtokusei sono 1 dentouteki to no keishou. *Nihonkenchikugakkaidaikaigakuyutsukouenkyoshu*, (4418).
- CARO, E. (1994a). *Kodateyutaku no rintoukugueki (nihontekima) no saikochiku ni kansuru kankyodezaintekikenkyu* [tesis de doctorado], Universidad de Kyushu.
- CARO, E. (1994b). Ambit Space Environmental Characteristics in a Traditional House and it's relation with Human living life - Part 1. *Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ*, 460, 87-94.
- CARO, E. y Delgado M. (2010). El espacio del ámbito (kotaiiki) colombiano etapa 3. Análisis de 3 contextos medioambientales colombianos - casas tradicionales en Cartagena y Manizales. *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo (ENID)*.
- CARO, E., Takeshita T. y Tsutsumi J. (1996). Narrow space between neighboring buildings thermal environmental characteristics and Wind Tunnel experiment on a 1/50 Design Model. Part 1. *Journal of Architecture Planning and Environmental Engineering Transactions of AIJ*, 400, 105-112.
- FUYII, K. (1928). *Nihon no yutaku*. Iwanamishouten.
- HANAOKA, T. (1968). *Nihonminka no bikikougakutekikenkyu dai 1sho - dai 13sho*. Kaseigakukenkyu, 15(1).
- HOYANO, A. (1976). *Shibafui no kankakutekikoka*. Kenchikusashi, 91(114).
- ISHIDA, H. (1990). *Kaihoukeiyukyo to heisakeiyukyo no natsu no reiondotokusei*. *NihonenchikugakkaiHokkaidoshi bukenkyuhoukokushu*, 52.
- KATAYAMA T. (1991). *Toshi no netsukankyu o hakaru*. Kishoryokenkyu, 4.
- KENMOCHI, T., Nishiyamamatsu, N., Kyoche, K., Kogura, R. y Kimura, M. (1982). *Nihonjin to ma*. Shokusha.
- KODAMA Y. (1987). *Yukyukankyokeisei ni okeru shizenkankyo no hozen to ryo no keika ni kan suru kenkyu*. *Kensetsusho Kenchikukenkyusho*, 4.
- KUMAGAI, T. (1988). *Tatemonoshugen oyobi kabekinbou no kukionbunpu - kiryuseitai ni can suru kenkyu*. *Nihonkenchikugakkaidaikaigakuyutsukouenkyoshu*, (4246).
- MICHIYI, T. (1989). *Yutakunoshitsunaikikoukeisei ni kiyo suru yukyosha no kodo ni kan suru kenkyu*. *Nihonkenchikugakkaikeikaku keironbunhoukokushu*, 91, 35-46-
- MIYASAWA, T. (1980). *Nihon no minka 2 Nouka 1*. Gakushu Kenkyusha.
- NISHI K. y Hozumi K. (1983). *What is Japanese Architecture?* Kodansha International Ltd.
- NITA, S. (1981). *Kankyo ryouka ni okeru bikikou no sekkei*. Kajima Shuppankai.
- OTSUKA, S. (1985). *Okinawagurumeshima no yashikirin no bofukeika nitsuite, sono waburu hiritsubunnpu ni yoru yashikirin no gyoka*. *J.Archit.Plann.Environ.Eng. Gakuyutsukoennshu*, (5073).
- SATO K. (1994). *Yutaku no ondokankyo to seikatsukoudou, seikatsuhain, Hokkaido no kodateyutaku*. *J.Archit.Plann.Environ.Eng. Gakuyutsukoennshu* (455.22).
- SHIMIYA, H. (1970). *Sumai to fudo*. Inouesha.
- SHINOYAMA, M. (1973). *Kagoshimaken ni okeru nitotsukuriminka no yukyokikou ni tsuite*. Kaseigakukenkyu, 20(2).
- TAUT, B. (1958). *Houses and people of Japan*. Sanseido.
- URANO, S. (1987). *Yutaku no Pashibukuringu - shizen to ikashitasusushiisumaitsukuri*. Morikitashupankyoshihikaisha.
- YABUKI M. (1992). *Kaze to kougousei*. Hamenkyoukaiso to shokubutsu no kyoukaitaiou. Nousangogyouzonbunkakyoushoku.
- YANASE, T. (1969). *Minka no bikikougakutekikenkyu*. Shirakawamuragashotsukuriminka no shitsunaikikou nitsuite. Kaseigakukenkyu, 16(1-2).
- YOSHINO, M. (1976). *Kokikou-kyokuchikishougakuyousetsu*. Chijin Shokan. 1986 Sumiyoiyutakunetsukankyo. Rodokagakukenkyusho