

Propuesta de arquitectura bioclimática para la localidad de Molinos (Distrito de Molinos, Jauja, Perú)

Bioclimatic architecture proposed for the Molinos town (District Molinos, Jauja, Perú)

Alejandro Gómez¹

Resumen

El trabajo de investigación desarrollado en el distrito de Molinos, provincia de Jauja, Región Junín; tiene por objeto realizar una propuesta de vivienda bioclimática, que brinde las condiciones de confort térmico para beneficio de los pobladores de la comunidad.

El trabajo reflexiona sobre las condiciones idóneas que posee la zona de estudio, con climatología contrastada de características frío-seco, radiación solar intensa, recursos naturales apropiados para la aplicación de los principios de la arquitectura bioclimática, así como también, se estudió los aspectos sociales, de infraestructura, servicios (agua, desagüe y luz) y las condiciones de las viviendas actuales, análisis que permitió entender las dificultades y potencialidades existentes en Molinos.

La arquitectura bioclimática trabaja con el clima como recurso de diseño, con la geometría solar local y con el entorno del lugar para conseguir el confort térmico interior en las edificaciones, trabaja exclusivamente con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, para lograr que las condiciones de confort sean las adecuadas obteniendo un adecuado balance térmico.

Palabras clave: Arquitectura bioclimática, geometría solar, confort térmico, clima.

¹ Jefe del Laboratorio de Acondicionamiento ambiental FAU-URP, Lima, agomez@urp.edu.pe

Abstract

The research work carried out in the district of Molinos province of Jauja, Junín Region; It aims to make a proposal bioclimatic housing, to provide thermal comfort conditions for the benefit of the residents of the community.

The work reflects on the ideal conditions having the study area, with the climatology contrasted with cold-dry features, intense solar radiation, appropriate natural resources for the application of the principles of bioclimatic architecture, as well as the social aspects are studied, infrastructure, utilities (water, sewage and electricity) and conditions of existing housing, analysis that allows us to understand the difficulties and existing potential in Molinos.

The bioclimatic architecture works with the climate as a resource of design, with the local solar geometry and the environment of the place to get the inside thermal comfort in buildings, works exclusively with the design and architectural elements, without using mechanical systems to achieve that comfort conditions are adequate to obtain adequate thermal balance.

Keywords: Bioclimatic architecture, solar geometry, thermal comfort, weather.

INTRODUCCIÓN

La situación de precariedad de las viviendas de la comunidad de Molinos, debido a la falta de las condiciones de confort de las viviendas, a la pérdida de calidad en las formas de construcción en la actualidad, a la falta de servicios básicos de saneamiento y al escaso uso de la energía solar de forma pasiva, motivó la preocupación para investigar estos temas y poder hacer la Propuesta de arquitectura bioclimática para la localidad de Molinos (Distrito de Molinos, Jauja, Perú), trabajo que se inscribe en el área del acondicionamiento ambiental para edificaciones, que pretende así, mejorar la calidad de vida de los comuneros de Molinos - Jauja y cuidar el ambiente.

En el Perú, se han realizado pocos trabajos teóricos al respecto, pero no se han concentrado en ver como la arquitectura bioclimática puede mejorar la calidad de vida de la gente, obteniendo confort, evitando la contaminación intradomiciliaria y también logrando ahorrar energía, por medio de un balance térmico adecuado que asegure el confort interior y que permita la eficiencia energética utilizando la arquitectura solar pasiva.

El tema del ahorro energético es una necesidad mundial, para evitar la contaminación del medio ambiente, evitar gastos extras en energía mal utilizada, es por esto, que se está haciendo esfuerzos con trabajos e investigaciones en el desarrollo de tecnologías alternativas (energías renovables, arquitectura bioclimática o sostenible), para conseguir una nueva sociedad que piense en la no contaminación, la eficiencia energética y el mejoramiento calidad de vida. Dentro de esta preocupación por el mejoramiento energético y de las condiciones de bienestar, se encuentra el desarrollo del acondicionamiento ambiental de las edificaciones, sobre todo, en el aprovechamiento de la energía solar de forma pasiva, para obtener unas condiciones de habitabilidad correctas, manejar eficientemente la energía en las viviendas y mantener el equilibrio del medio ambiente.

En Molinos, la situación constructiva ha estado dada por el uso de tecnologías ancestrales en la construcción, que han pasado de generación a generación de forma oral e imitativa, utilizando la tierra, tapial y adobe fundamentalmente, en algunos casos la piedra, los troncos de madera para la estructura de sus techos, entramado de carrizo y tejas como coberturas; usando como pisos la tierra, la madera y últimamente

una base de concreto simple. Actualmente se está comenzando a cambiar los materiales tradicionales por el ladrillo, hierro y cemento, en ambos casos, sin considerar el tema climático y las condiciones térmicas de dichos materiales; lo que provoca condiciones inadecuadas de confort interior de las viviendas.

Las viviendas, son entonces, sólo refugios básicos a las inclemencias climáticas, no tienen las condiciones mínimas de confort. Esto es más notorio por las condiciones climáticas de gran oscilación térmica de la zona, donde las temperaturas están por debajo de la zona de confort establecido, en invierno durante el día la temperatura oscila de 18.6° a 10.1° C promedio y por las noches desciende a -0.7° C promedio, lo cual requiere que la arquitectura sea pensada para equilibrar esta oscilación térmica. Mientras que en verano la temperatura de día oscila de 19.7° C a 13.4° C promedio y de noche desciende a 6.4° C promedio, existe una menor diferencia, mas igual una oscilación térmica importante que implica que la arquitectura debe responder a dicha situación con propuestas de arquitectura solar pasiva, que los comuneros no aplican correctamente.

Se preparó una propuesta para que el acondicionamiento ambiental aplicado en la vivienda para Molinos, que tomó en cuenta al clima oscilante de la zona, ofreciera una solución que consideró aprovechar los conceptos de la arquitectura bioclimática y así poder mejorar la calidad de vida de los comuneros.

Las tesis y trabajos realizados en el Perú, sirvieron como base para poder conseguir formular las pautas para la investigación, pues están elaboradas de forma más teórica o en lugares disímiles a la zona de la investigación. Sin embargo, las metodologías utilizadas pueden ser referidas como base para el presente trabajo, que responde a una realidad y necesidades diferentes, como es el caso de Molinos, en Jauja, Perú.

La investigación fue aplicativa sobre la base de las metodologías de cuadros de Confort de Olgyay² y de Baruch Givoni³.

La carta de Olgyay muestra la zona de bienestar térmico, en términos de temperatura de bulbo seco y humedad relativa, e indica también las medidas correctivas necesarias (movimiento de aire, calor radiante, enfriamiento evaporativo, ropa adicional), en caso las condiciones exteriores de temperatura y humedad relativa salgan fuera de la zona

² Olgyay, V. (1998). Design with Climate. Bioclimatic approach to Architectural Regionalism. Barcelona: Editorial Gili

³ Givoni, B.(1998) Climate considerations in buildings and urban desing,

de bienestar térmico. Este Instrumento es utilizado fundamentalmente para evaluar las condiciones climáticas de un determinado lugar frente a los requerimientos de bienestar térmico de un individuo.

Givoni propone un método similar partiendo de la utilización de una carta psicométrica, como base para la representación de la zona de bienestar térmico y del efecto de algunas estrategias de confort ambiental como la masa térmica de la edificación, el viento, el enfriamiento evaporativo, el calor radiante, la humidificación, etc., que permiten el restablecimiento de las condiciones de confort en el interior de la edificación. Este instrumento permite establecer estrategias para obtener bienestar térmico al interior de las edificaciones.

Se revisó el trabajo del Arq. Josué Llanque Chana⁴ que realizó el libro “Arquitectura Bioclimática: Técnicas para el uso de la energía solar pasiva”, si bien el trabajo lo hizo para la ciudad de Arequipa, es válido contemplar los aspectos metodológicos que utilizó en bien de conseguir una arquitectura confortable con las consideraciones bioclimáticas.

La investigación se centró en los aspectos de la arquitectura bioclimática para climas fríos, de esta manera, se ha propuesto una arquitectura compacta, con materiales locales de gran inercia térmica, un sobrecimiento de piedra y con una cobertura muy inclinada para la evacuación correcta de la lluvia y el granizo.

Finalmente se elaboró una propuesta de vivienda desarrollada con arquitectura bioclimática, que respondió a todas aquellas falencias mostradas por las tipologías existentes en la comunidad. La vivienda fue evaluada de la misma forma que las tipologías existentes y se compararon resultados, siendo que la vivienda propuesta estuvo en condiciones de confort integral y por ende aportaría para la mejora de la calidad de vida de los pobladores de Molinos.

Planteamiento del problema

El Perú por su ubicación en el Trópico de Capricornio es uno de los países con mayor biodiversidad, gran radiación solar y por ende posee una gran variedad climática como mencionó el Dr. *Brack*: “*De los 32 tipos de climas de la Tierra, en el*

⁴ Llanque;J.(2001). Arquitectura Bioclimática: Técnicas para el uso de la energía solar pasiva. Arequipa: Editorial UNSA

Perú se encuentran 28⁵, a pesar de poseer esta gran variedad climática y solar, en el campo de la arquitectura es de consideración relativa el uso dichas variables, para realizar la conceptualización inicial de los proyectos arquitectónicos, dando como resultado una arquitectura que no satisface al usuario en los aspectos térmicos, de ventilación e iluminación natural, al obviar las condiciones particulares de las localidades peruanas.

Así mismo, el Perú posee por su ubicación geográfica en el mundo, una situación privilegiada respecto a la potencia de radiación solar, lo cual también debería ser motivo de propuestas solares y de desarrollo energético para la arquitectura en el país. Existe un promedio anual de radiación solar de 5.0 Kwh/m² que comparado con países como España que posee solo de 1.03 a 1.06 Kwh/m² promedio, es claro que se posee gran nivel de energía solar, pero es rara vez tomada en cuenta en los diseños arquitectónicos para aprovecharla de forma apropiada. (Ver figura N°1, Mapa de radiación solar)

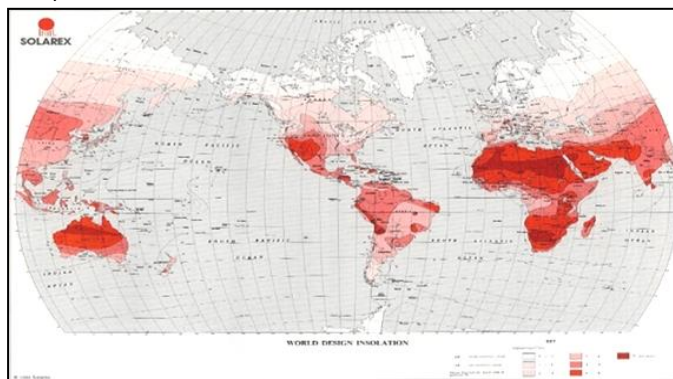


Figura N° 1: Ubicación geográfica privilegiada (Trópico): Excelente Radiación Solar y de Iluminación Natural

Fuente: Mapa Empresa Solarex (1998)

Es entonces, preocupante, que estas variables derivadas del sol, radiación solar y niveles de iluminación, y también el clima, no sean contempladas como principios de diseño arquitectónico, más aún, reconociendo nuestra situación de país mega diverso, que obligaría a pensar en respuestas arquitectónicas propias para cada zona, con el consiguiente ahorro de energía, mejora de la calidad de vida, atenuación de la contaminación por emisiones de la vivienda y respeto del medio ambiente.

Lamentablemente, el centralismo existente y la situación climática benigna de Lima hace que se construya sin considerar las variables climáticas y solares mencionadas, peor aún, las provincias por un mal entendido sentido de modernidad

⁵ Brack, A. (2006). Perú Megadiverso. Artículo original. Recuperado de: http://www.peru.pibs.info/doc/Brack_Peru_Megadiverso.pdf

copian la arquitectura que se hace en Lima⁶, con lo cual provocan problemas de confort al usuario.

Para comprender mejor los conceptos de arquitectura bioclimática, de confort y ahorro de energía se revisó los conceptos vertidos por algunos colegas en sus publicaciones, el Dr. Wieser escribió: *“Para lograr que un edificio brinde el confort necesario a las personas que lo habitan se tiene que pensar en diversos factores como son el sol, el clima, la estructura o situación del edificio., la iluminación y ventilación natural, los materiales constructivos”*⁷.

Así mismo, Rodríguez indicó: *“Los aspectos básicos de la Arquitectura Bioclimática para el confort son: la orientación de los edificios, el asoleamiento, la ventilación e iluminación natural, el control solar, los calentadores solares, los paneles fotovoltaicos, la arquitectura con tierra”*⁸.

El Arquitecto Rogers mencionó: *“Nos encontramos en una época en la que el ahorro de energético se ha convertido en el principal tema de atención de los países desarrollados, es necesario que en los países en vías de desarrollo como el Perú, se busque un balance en lo que a consumo de energía se refiere, factor importante para esto es el diseño arquitectónico ya que mediante este podemos diseñar edificaciones que estén acordes con el clima de cada región y de esta manera dejar de copiar o imitar construcciones en países que cuentan con clima diferentes”*⁹.

En la arquitectura peruana el tema del Confort no se considera como pauta principal en los diseños, a esta situación no se escapa la localidad de Molinos, ubicada a 7 kilómetros al este de Jauja, con altitud de 3,430 metros sobre el nivel del mar, que tiene clima frío y seco. El distrito es una zona urbana - rural que tiene cuatro barrios, que están siendo depredados, no tiene una planificación de desarrollo sostenible y está usando materiales ajenos al lugar, por conceptos de modernidad mal entendida. (Ver figura N° 2).

Según Márquez menciona que: *“Históricamente la tecnología constructiva se desarrolla basándose en la capacidad de respuesta del ser humano ante un medio que debe ser cambiado para la satisfacción de sus necesidades básicas. Para poder desarrollarse ante un medio natural muy cambiante como el andino, esta tecnología*

⁶ Arquitectura en Lima: Es despreocupada por consideraciones solares y climáticas, a pesar de tener Lima un rango de radiación solar que va en Invierno nublado de 4.8 Kwh/m² a Verano soleado de 6.5 Kwh/m² promedio.

⁷ Wieser, M. (2010). Geometría solar para arquitectos. Lima: Editorial universitaria URP.

⁸ Rodríguez, M. 2001. Introducción a la arquitectura bioclimática. Editorial Limusa, México.

⁹ Rogers, R. y Gumuchdjian, P. H. 2003. Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

contó con una aplicación en cuanto al cálculo de magnitudes y la experiencia en proporción para el empleo de los materiales. Todo esto para poder realizar su vida cotidiana de manera adecuada. La complejidad constructiva no solo abarca los materiales constructivos, sino también, a la disposición y a las proporciones de las uniones de los elementos constructivos, así como la cantidad de fuerza que tuvo que emplearse y que con su conocimiento conforma el actual diseño de ingeniería, arquitectura y tecnología tradicional andina”¹⁰.



Figura N° 2: Vista de Plaza de Molinos “modernizada”.
Foto: Alejandro Gómez Ríos (2006)

El tema, entonces, es complejo, pero se resume en tratar de aprovechar los innegables recursos del lugar. La investigación demuestra puntualmente a través de un modelo arquitectónico bioclimático la mejora en la calidad de vida de los pobladores, la eficiencia energética y el cuidado del ambiente natural.

Importancia

El tema de investigación se desarrolló en la localidad de Molinos-Jauja, porque es un lugar que tiene enorme potencial bioclimático por su ubicación geográfica, está a una altitud de 3,430 m.s.n.m., posee una excelente radiación solar por encima de los 6.5 Kwh/m² que es un recurso muy importante e inagotable, lo que permitió trabajar con la energía solar, así como también, trabajar la climatología local, aprovechando las ventajas que ofrece y controlando las desventajas del mismo, para poder desarrollar con los principios de la arquitectura bioclimática soluciones que brinden confort térmico a los pobladores de la zona y de esta manera alcanzar mejorar la calidad de vida de sus pobladores que actualmente no es bueno.

Molinos tiene además, la posibilidad de ser el inicio de experiencias de recuperación de tecnologías ancestrales, que reinterpretadas con las mejoras que ofrece la tecnología actual, pueden dar una fisonomía acorde con esa voluntad de

¹⁰ Márquez, L. (2003). Tecnología Constructiva y Conservación del Patrimonio. Lima: Instituto Yachay Wasi.

progreso y modernidad que es inherente en Molinos y en todas las comunidades de las provincias del país.

Queda claro que con la sistematización de las formas arquitectónicas se puede potenciar los recursos existentes: nivel de radiación solar excelente, clima contrastado, materiales del lugar, sistemas de climatización natural, materiales del lugar; para obtener el confort de los pobladores de la zona a través de:

- Proponer viviendas que les proporcionen confort térmico, lumínico y de renovación de aire.
- Ahorrar energía con el tema de la climatización natural, las energías renovables (solares y biogás) y sostenibilidad.
- Salubridad con los principios de confort térmico, el uso de agua caliente y ecobaños.
- Mejoramiento de técnicas constructivas con materiales tradicionales del lugar.

Todo lo cual puede mejorar de manera sustancial la mala calidad de vida que llevan actualmente y se contribuye a evitar el deterioro del medio ambiente.

Antecedentes

Arquitectura Bioclimática

Por los años cincuenta (1951 aparece el primer artículo: The temperature house de Víctor Olgyay) el arquitecto y urbanista húngaro Víctor Olgyay estudia la relación entre la arquitectura y el medio natural que lo envuelve, postulando como debería ser la relación entre la arquitectura y el lugar, entre la forma y el clima, o entre el urbanismo y el regionalismo, contradiciendo a la arquitectura oficial que no se preocupaba por estas relaciones lógicas.

Víctor Olgyay, a veces en colaboración con su hermano Aladar, por los años cincuenta, planteó una arquitectura distinta a la convencional en sucesivos artículos y libros que culminaron, en 1962, con el texto Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.

Desde entonces se convierte en referencia para lo que se llamó años después, arquitectura bioclimática, término que cuajo más entre los profesionales de la

arquitectura. Dicho término lo menciona Olgay hablando de interpretación bioclimática (bioclimatic approach), definiendo los efectos del clima sobre el hombre (bios), conservando una visión global del hecho arquitectónico.

Años después surge la arquitectura bioclimática, como tal, aparece en escena como una forma de contrarrestar los problemas energéticos generados por la crisis mundial del petróleo en los años 70, en principio como una forma de reducir el consumo energético en las edificaciones (luz, ventilación y calefacción), sin preocuparse de forma directa por el confort al interior de las edificaciones al inicio.

Se apela a los conocimientos ancestrales, pero dotándolos de las tecnologías de aquellos años logrando además del ansiado ahorro energético y descubriendo que se logra un nivel de confort ambiental aceptable para las personas que habitaron las viviendas.

En este desarrollo, está claro que se toma confort como la situación por la cual el arquitecto provee a las edificaciones de buenos niveles de iluminación y ventilación natural, de bienestar térmico para vivir con una mejor calidad de vida y procurando ahorrar energía, solo con la actitud positiva del arquitecto en el diseño, aprovechando las condiciones favorables del clima, controlando las desfavorables, manejando la geometría solar y utilizando correctamente los materiales.

En Nuevo México, se construyen entre los años 1975 a 1978 casas en tierra (adobe, tapial o tierra batida), donde se aprovecha la inercia térmica del material para tolerar el frío de invierno y el calor de verano; consiguiendo excelentes niveles de confort al interior de las viviendas y probaron el potencial en ahorro de energía con los postulados de la arquitectura bioclimática y demostraron las excelentes posibilidades de los materiales naturales. (Ver figura N°3)



Figura N° 3: Vivienda Bioclimática de los años 70 en EEUU

Fuente: John Hertz (1975)

Posteriormente, al nivelarse los precios del petróleo, se deja de lado este inicio auspicioso de la arquitectura bioclimática; se continuó con el gasto de energía irresponsable (en base al petróleo) que permitía también la contaminación del medio y la formación de ciudades isla de calor de manera irresponsable para el planeta.

A mediados de los 80s se retoma estos conceptos, pero esta vez para lograr por medio de la arquitectura salvar y respetar el medio ambiente, evitando la contaminación y ahorrando energía; en este contexto surge gente que genera el compromiso de respetar nuestra casa grande, la Tierra; aparecen entonces movimientos de diferentes organizaciones, ONG's, grupos de activistas y partidos verdes que logran conquistar espacios de opinión y políticos.

En ese período, aparecen las primeras cumbres mundiales que hacen llamados al cuidado del medio ambiente (Informe Bruntland, la Cumbre de la Tierra, el Protocolo de Kioto) y el gremio de arquitectura en los países desarrollados tomó conciencia de su participación irresponsable al crear edificios con condiciones pobres de confort, consumo energético elevado por la climatización artificial y creación de ciudades islas de calor que generan problemas al medio ambiente.

Resurge, entonces, el concepto de la arquitectura bioclimática para conseguir desarrollar una visión más respetuosa del medio y considerar las variables naturales en el diseño de los proyectos con una conciencia mayor por respetar el medio ambiente y al ser humano, apoyados por el creciente interés que existe por sistemas de climatización natural ante la evidencia de los beneficios que esta arquitectura brinda a los usuarios: Protección (cobijo del ser humano), confort, eficiencia energética, calidad de vida, salubridad y no impacto del medio ambiente.

Esta nueva visión más integral, intenta que los elementos arquitectónicos puedan ser desarrollados con una concepción más racional en su diseño y en la construcción, a partir de la cual surgen corrientes de la arquitectura como: arquitectura sostenible, arquitectura ecológica, eco arquitectura, geotectura, arcología, bioconstrucción y otras; que están a la búsqueda de conseguir mejorar la calidad de vida de los seres humanos y no afectar el planeta; basados fundamentalmente en los principios bioclimáticos: La arquitectura bioclimática es la base de estas corrientes y de la eficiencia energética.

En el Perú la arquitectura bioclimática no se ha desarrollado, ni forma parte de política de estado o regulación gubernamental, lo poco que se ha logrado realizar en este tema, está referido a esfuerzos teóricos - académicos de las universidades y a esfuerzos individuales de arquitectos que han logrado desarrollar algunas construcciones privadas y públicas.

Los trabajos del Arq. Josué Llanque (dos libros: *Arquitectura bioclimática: Técnicas de usos de la energía solar pasiva* y *Planificación y diseño bioclimático: Estrategias para la recuperación del espacio público*), del Arq. John Hertz, norteamericano (un libro: *Arquitectura Tropical: Diseño bioclimático de viviendas en la selva del Perú*), el Arq. David Rayter (Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos) y del Dr. Arq. Martín Wieser Rey (los libros: *Geometría solar para arquitectos* y *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: El caso peruano*), son los únicos trabajos realizados en la investigación bioclimática desarrollados en el Perú.

El Arq. Llanque trabajó para la ciudad de Arequipa y el trabajo del Arq. Hertz fue realizado para la selva peruana, no son aplicables para la zona de estudio de ésta investigación, pero son referentes para el análisis bioclimático, ya que se puede trabajar considerando las metodologías y sistematización propuestas por los autores considerando la realidad de Molinos.

La guía de aplicación de arquitectura bioclimática del Arq. Rayter fue realizada para el Ministerio de educación (MINEDU), es un trabajo interesante pues es el primer esfuerzo por hacer un mapa bioclimático para construcción en el Perú.

El libro del Arq. Martín Wieser es un referente importante para el desarrollo de la geometría solar en la arquitectura pues está dedicado a analizar y enseñar las pautas del movimiento aparente del sol en el Trópico, siendo muy útil para la arquitectura peruana que no utiliza este recurso de diseño, siendo obvio que el movimiento aparente del sol influye en las condiciones ambientales de las edificaciones. Así mismo, el cuaderno *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: el caso peruano*; es un segundo trabajo que propone tener un mapa bioclimático para construcción con ocho zonas climáticas para el diseño arquitectónico.

En el campo de la docencia, cabe destacar la presencia constante del Arq. Tito Pesce Schreier como propulsor de la Arquitectura Bioclimática desde las universidades, creando las asignaturas de Acondicionamiento Ambiental I, II y Seminario de Acondicionamiento Ambiental en las Facultades de Arquitectura de las Universidades donde enseñó (Universidad Nacional de Ingeniería y Universidad Ricardo Palma) y creando los Campamentos de experimentación solar como medio de difusión del trabajo bioclimático y las energías renovables para la arquitectura del Perú.

Se le considera como el padre de la arquitectura bioclimática, ha dirigido muchas tesis de pre grado bioclimáticas desde el año 1983, ha realizado infinidad de conferencias y seminarios para incentivar a los estudiantes y profesionales de la arquitectura en la aplicación de la climatización natural de las edificaciones. Así mismo, ha promovido la presencia en el Perú de muchos profesionales extranjeros para lograr la difusión de las tecnologías del acondicionamiento ambiental en la arquitectura, así como formador de grupos de arquitectos peruanos en el tema de arquitectura bioclimática (Ver figura N° 4)

Ha sido expositor en numerosos eventos de arquitectura bioclimática, ecología, eficiencia energética y energías limpias en eventos desarrollados en el Perú y el extranjero, donde dejó constancia de su postura en pro de una arquitectura desarrollada con consideraciones ambientales para lograr la eficiencia energética y la integración al medio ambiente.



Figura N° 4: Arq. Tito Pesce con equipo de profesores bioclimáticos de la URP. Campamento Solar en Huanchaco-Trujillo
Fuente: Arq, Alejandro Gómez Ríos

Hay que agregar a estos trabajos académicos, teóricos, de promoción a la arquitectura bioclimática y uso de las energías limpias, el trabajo práctico del Arq. Hugo Zea Giraldo (peruano), con Maestría en Arquitectura Bioclimática en Alemania, que ha trabajado como arquitecto bioclimático en Alemania, España, Guatemala y en Perú, en la ciudad de Puno, proyectando edificios bioclimáticos fundamentalmente en esta ciudad peruana, siendo incluso tres de ellos analizados y aprobados por la Universidad Técnica de Berlín, de los cuales dos son en zona rural, la Comunidad Campesina La Rinconada en Puno (ver figura N° 5) en el marco de su investigación de su tesis doctoral, donde trabajo con materiales locales brindando sus conocimientos para la mejora de las condiciones de construcción haciendo bioclimática in situ, basándose en su experiencia y conocimientos ancestrales, pero utilizando el manejo de la geometría solar para aprovechamiento de las condiciones solares en la climatización solar pasiva de estos dos locales.



Figura N° 5: Wawa Uta (Casa de Niños). Comunidad Campesina La Rinconada. Puno – Perú.
Fuente: Arq. Hugo Zea Giraldo (1989)

El tercer proyecto fue la Biblioteca de la Universidad Nacional del Altiplano, proyecto que tiene todo el análisis con estudio de la climatología local y geometría solar para lograr la climatización pasiva inmediata (diurna) ya que el local solo funciona de día, haciendo arquitectura bioclimática con materiales convencionales. (Ver figura N° 6)



Figura N° 6: Biblioteca de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú
Fuente: Arq. Hugo Zea Giraldo (1995)

Estos pocos desarrollos aislados, teóricos y prácticos, no han evitado que exista un vacío en la relación arquitectura - hombre - medio ambiente en el Perú, situación negativa que ha persistido por años ante la indiferencia por la situación mundial de preocupación por el cambio climático, manifestada por la falta de políticas públicas, leyes y acciones sociales que sean congruentes al hecho que desde la concepción de la arquitectura se puede contribuir al equilibrio del ecosistema, al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores y a la eficiencia energética.

La propuesta de la investigación pretende aportar una alternativa dentro del campo de la arquitectura bioclimática para el sector rural, proveyendo de confort térmico a las edificaciones para lograr mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad, haciendo uso de los materiales del lugar y aprovechando las ventajas, así como controlando las desventajas de la climatología local.

Marco conceptual

La investigación estará apoyada teóricamente en los principios fundamentales de la arquitectura bioclimática, es decir, diseñar con el clima, aprovechando sus ventajas, controlando sus desventajas, consiguiendo confort ambiental, en el marco de la propuesta de cuadros de confort de Victor Olgyay y de Baruch Givoni, promoviendo la eficiencia energética y no contaminación del medio ambiente.

Un concepto de arquitectura bioclimática es: *“... la Arquitectura Bioclimática pretende sentar las bases para la realización de unos edificios racionalmente construidos, de modo que, con un consumo mínimo de energía convencional, se mantengan constantemente las condiciones de confort requeridas. Para ello, deben considerarse unas estrategias de diseño que aprovechen de forma óptima las condiciones ambientales del entorno (energía solar disponible, temperatura exterior, dirección predominante del viento, etc.)”*¹¹

Los principios para el diseño de la arquitectura bioclimática son:

- El entorno climático.
- El entorno físico.
- La forma, orientación y distribución del edificio.

¹¹ Heras, M. (2008).Arquitectura Bioclimática. Recuperado de:
www.maderamaciza.com/Documentospdf/ArquitecturaBioclimatica

- Los cerramientos, el aislamiento y la inercia térmica.

El entorno climático por su influencia directa en el confort ambiental del usuario, es el primer factor a tomar en cuenta a la hora de concebir un proyecto de arquitectura bioclimática, el principio es construir con el clima, conocer bien la problemática del clima. Para ello se debe estudiar las preexistencias ambientales:

- Temperatura.
- Humedad Relativa.
- Precipitaciones.
- Viento.
- Radiación solar.

El entorno físico está directamente relacionado al entorno climático y se refiere al emplazamiento del proyecto arquitectónico bioclimático. Los principales factores son:

- Altitud. La temperatura atmosférica disminuye entre 0.5° a 1° C cada 100 metros.
- Distancia del mar (o masas de agua): Regulador térmico, eleva nivel de humedad y crea regímenes especiales de vientos.
- Orografía: Los lugares más elevados tienen más ventilación, más radiación solar y tienen menos humedad que los valles y depresiones.
- Proximidad a vegetación: Por acción del viento, hace de regulador térmico, y actúa como filtro de polvo y contaminantes.
- Emplazamientos urbanos: Presencia de microclimas, con aumento de temperatura y contaminación, posibles obstrucciones al sol por las edificaciones.

La forma del edificio interviene de forma directa con el aprovechamiento climático del entorno, esto a través de dos elementos básicos: la superficie (piel del edificio) y volumen. La superficie del edificio tiene que ver con los intercambios de calor entre el exterior e interior. El volumen está relacionado directamente con la capacidad de almacenar energía: a más volumen, más capacidad para almacenar calor.

La orientación del edificio determina su exposición al sol y a los vientos; siendo importante determinar las ventajas y desventajas de una determinada orientación para aprovechar las ventajas o mitigar los problemas del sol y vientos.

La función principal de los cerramientos es mantener las condiciones interiores, siendo independiente de las exteriores. Una forma de conseguir esto, es a través de los materiales que disminuyan el intercambio de calor entre el interior y el exterior, de tal manera que sean los muros que funcionen como aislantes térmicos debido a:

- Grosor del material.
- Las dimensiones de los cerramientos.
- Las propiedades termo físicas de los materiales que los componen.

La masa térmica de un edificio tiene la capacidad de almacenar energía en forma de calor, ésta puede ser liberada nuevamente al ambiente, cuando la temperatura del entorno es menor a la temperatura de los materiales; la capacidad de poder hacer esto es la inercia térmica.

El término diseño bioclimático o arquitectura bioclimática sí es relativamente reciente. Según la definición de Serra (1989), *“la palabra bioclimática intenta recoger el interés que tiene la respuesta del hombre, el bios, como usuario de la arquitectura, frente al ambiente exterior, el clima, afectando ambos al mismo tiempo la forma arquitectónica. Por tanto, se trata de optimizar la relación hombre-clima mediante la forma arquitectónica”*.¹²

En conclusión, el principio bioclimático es construir con el clima, es hacer de la arquitectura el elemento intermedio entre clima exterior y confort interior, creando de esta manera, espacios que cumplan con la finalidad funcional y de confort integral para el ser humano que la habitara.

Así la arquitectura bioclimática se basa fundamentalmente en:

- Crear espacios física y psicológicamente confortables.
- Hacer un uso eficaz de la energía, a través de la climatización natural y promoviendo el uso de las energías limpias.
- Preservar y mejorar el medio ambiente.

¹² González, D. (2008). Apuntes sobre Arquitectura Bioclimática. www.cubasolar.com/biblioteca/energia/

Como ya se ha explicado líneas arriba los elementos que se requieren para utilizar los métodos y técnicas bioclimáticas, son: los elementos climáticos, elementos de confort térmico y elementos arquitectónicos.

Estos se integran con instrumentos de análisis y de síntesis, como los diagramas solares energéticos y los bioclimáticos (elementos gráficos de trabajo), que permiten realizar con certeza las apreciaciones del lugar de estudio.

Diagramas energéticos

Simulan el rumbo solar (de manera mensual – anual, por horas, se les denomina gráficos del movimiento aparente del sol) y guían en la opción de las orientaciones que se pueden tomar para el aprovechamiento o control solar.

Diagramas bioclimáticos

Comprueban a la vez la exigencia humana, el clima local y la respuesta cualitativa de la solución arquitectónica, brindando estrategias para el proyectista de modo que se pueda comenzar a desarrollar el proyecto con claridad para las soluciones de confort.

Ya que el objetivo de la arquitectura bioclimática es el hacer que las diferencias de temperaturas en el interior del edificio, a lo largo del año, estén dentro de un rango (denominado confort térmico) sin la intervención de sistemas mecánicos, adquiere gran importancia el diseño, es decir, cómo será la piel de la edificación, de que materiales está conformado, cómo es la orientación, cómo son los vanos.

Con esas consideraciones se puede conseguir que los componentes que forman la piel o envoltorio del edificio puedan tener la captación, acumulación y distribución de la energía solar necesaria para desarrollar arquitectura bioclimáticamente resuelta.

La arquitectura bioclimática es la arquitectura del nuevo milenio, es necesario realizar los proyectos con consideraciones ambientales, es decir, es prioritario hacerlo así para respetar el medio ambiente y generar edificaciones con confort integral.

La secuencia debe ser que la arquitectura se integre al ambiente y que el ambiente se introduzca a la arquitectura para lograr la armonía entre la naturaleza y la intervención del hombre.

En el Perú y el mundo se están desarrollando eventos que promueven la implementación de esta visión arquitectónica, hay cada vez más conferencias, congresos, publicaciones e investigaciones procurando divulgar los beneficios de esta forma de trabajo.

Se trata de un desarrollo no casual, es el fruto de muchos años de trabajos de investigación y de aplicaciones prácticas, en el Perú a través de los 40 años de esfuerzo solitario y sin eco en el gremio de la arquitectura del Arq. Tito Pesce Schreier por medio de las universidades donde trabajo (URP, UNI), conferencias dictadas, publicaciones y de los Campamentos de experimentación solar, que han corrido en paralelo al resto de las reflexiones realizadas desde una lógica de conservación ambiental y de desarrollo sostenible y que son una reflexión sobre los problemas ocasionados por el progreso científico - técnico del siglo XX y su costo sobre la ecología.

Un progreso apoyado por las innovaciones tecnológicas que, en el campo de la construcción, posibilitaron el acceso a vivienda a una enorme cantidad de población en un siglo que vio el mayor incremento demográfico de la historia, pero que, paralelamente, significaron un elevado costo de desgaste en recursos naturales, en contaminación ambiental y en desastres naturales inducidos por el hombre.

Es necesario entonces, en el Perú, comenzar a investigar, difundir, diseñar y producir edificaciones con los beneficios de la arquitectura bioclimática para el confort de los usuarios.

Así mismo, se debe promover la no contaminación con construcciones amigables al ambiente y la eficiencia energética para aportar un granito de arena al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, en este caso, la investigación genera una propuesta que puede permitir la discusión dentro del desarrollo de la arquitectura bioclimática para zonas rurales de la sierra del Perú, específicamente en el distrito de Molinos.

Clima de Molinos Jauja

Se presenta un cuadro resumen de las condiciones climáticas de Molinos¹³, resultado del Estudio de Molinos - Jauja realizado por la Universidad Ricardo Palma y

¹³ URP – Grupo EquinoXio. (2004). Estudio de Molinos – Jauja: Análisis y Diagnóstico (Trabajo de investigación).

el Grupo EquinoXio; donde se levantó información climatológica por medio de encuestas a los pobladores de la comunidad para determinar la percepción de la climatología que tienen los lugareños

Del estudio, se puede apreciar, que los pobladores de Molinos tienen claramente definido el clima del lugar, se encuentra dividido en dos etapas marcadas: Una etapa seca (de Abril a Setiembre, sin lluvias) y otra de húmeda (de Octubre a Marzo, con lluvias). Así mismo, se define claramente la época de vientos (de Junio a Setiembre) (Ver Cuadro N° 1). Lo cual coincide con los datos climáticos así como con la clasificación climatológica que otorga el SENAMHI al lugar.

CARACTERISTICAS DEL CLIMA DE MOLINOS (SEGÚN POBLADORES)												
Caract / Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Calor				BAJO	MEDIO	INTENSO	INTENSO	MEDIO	MEDIO	BAJO		
Cielo Nublado	INTENSO	INTENSO	INTENSO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	INTENSO	INTENSO	INTENSO
Viento						BAJO	MEDIO	INTENSO	INTENSO	MEDIO	BAJO	
Lluvia	INTENSO	INTENSO	INTENSO	MEDIO	MEDIO				BAJO	MEDIO	MEDIO	INTENSO
Granizo	INTENSO	MEDIO	MEDIO									MEDIO
Helada			BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	INTENSO	INTENSO	MEDIO	BAJO		

Cuadro N° 1: Características del clima de Molinos.
Fuente: Estudio de Molinos- Jauja. URP – Grupo EquinoXio

Conclusiones climatológicas

Las temperaturas en el distrito de Molinos son predominantemente bajas tanto en verano como en invierno, por tal motivo no llega a la zona de confort óptima, generando así disconfort térmico. Es por eso que el factor principal por resolver son las bajas temperaturas de todo el año y más aún las bajas temperaturas nocturnas. Ya que es notable la diferencia térmica que existe entre el día y la noche de forma anual. También hay una gran diferencia de temperaturas entre zonas con sombra y zonas soleadas. Esto indica que además de tener un clima frío, la generación de sombras añade un factor de baja temperatura a cualquier espacio.

En términos generales el clima jaujino se puede definir como frío – seco, que tiene marcado dos periodos bien definidos (uno seco, escaso en precipitaciones y otro húmedo, con precipitaciones abundantes). Respecto a las temperaturas se aprecia

que todo el año existe gran oscilación térmica, lo que hace que siempre de forma anual las noches y madrugadas sean frías. La diferencia de temperaturas promedio mensual, es en invierno es de 19.3° C y en verano de 13.3° C, lo que muestra la gran oscilación térmica anual, debe tomarse en cuenta siempre como condición de diseño.

Existe también la presencia de heladas, la helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Otra condición para que la helada se produzca es que la humedad relativa del aire sea superior al 60%, de lo contrario no habrá suficiente agua en la atmósfera para depositarse en las superficies. La última condición para que esto se produzca es que el viento no sea intenso, de lo contrario, el agua no podrá depositarse. La época de heladas es en los meses de Junio, Julio y Agosto.

La humedad relativa durante los años estudiados mostró un rango que fluctuó entre los 49% y 69% de humedad relativa, caracterizando a la zona de clima seco, los meses de Octubre a Abril son los meses con presencia de mayor humedad relacionado a la presencia de lluvias (la relación con las temperaturas mayores es notoria, a mayor temperatura se dan las precipitaciones y por ende aumenta la humedad), pero continua siendo considerado como clima seco por tener un porcentaje promedio por debajo de 60%.

Relacionado directamente con los datos de humedad, se observa que las precipitaciones abundantes se dan en los períodos del verano, notándose también que por ese periodo (Octubre a Marzo) existe gran presencia de nubes, por lo que presencia del sol es menor que durante el invierno que no presenta precipitaciones, ni nubes.

Las horas de sol se encuentran relacionadas a las precipitaciones, debido a que cuando hay precipitaciones existen nubes y estas limitan la presencia solar. En la zona de Molinos, existe un promedio de horas de sol que va desde un mínimo de 4.0 horas (en período de verano, con lluvias y presencia de nubes), hasta un máximo de 9.0 horas (en periodo de invierno, sin lluvias ni presencia de nubes). Existen dos periodos determinados, un primer período donde hay una menor cantidad de horas de sol, (Diciembre / Febrero) y por otra parte el período (Marzo / Setiembre) que tiene una

mayor cantidad de horas de sol, lo cual permite analizar la ventaja que ofrece el buen promedio de horas de sol que tiene Molinos.

Se observa que la radiación en el distrito de Molinos, es alta durante todo el año, fluctuando de 5.0 a 7.0 Kwh/m², llegando incluso en el mes de Noviembre a fluctuar entre los 6.5 y 7.0 Kwh /m², lo cual es una potencia solar muy intensa. Cabe destacar que los datos del Atlas de Energía Solar son datos determinados por mediciones de los años 1975 a 1990, además se han obtenido estimaciones y extrapolaciones utilizando técnicas muy refinadas. El distrito de Molinos cuenta con una radiación solar muy intensa, que es precisa para poder trabajar con energía solar fotovoltaica y térmica, así como también con energía solar pasiva en el diseño arquitectónico.

Geometría solar de Molinos

El movimiento solar es imprescindible para poder realizar el proceso de diseño en la arquitectura, debido a que es el sol el que va a influir para las condiciones ambientales interiores de la edificación. Es evidente que la radiación solar y su movimiento aparente son los que permitirán lograr las condiciones adecuadas de confort, en la medida que se aproveche las ventajas que ofrece el sol con una volumetría que vaya de acuerdo también a la variable climática.

En la zona tropical donde está el Perú, existen peculiaridades acerca del movimiento del sol, respecto de los países que viven fuera del trópico, la tendencia a la perpendicularidad de la llegada al plano de tierra de los rayos solares es una de ellas (lo cual implica intensa radiación solar), la otra es, además de seguir la trayectoria Este-Oeste; el sol tiene una trayectoria aparente ubicada en el norte los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Setiembre, Octubre y una trayectoria en el sur los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero; lo cual es importante en el momento de la decisión del diseño de las formas de la arquitectura que procura establecer niveles adecuados de confort.

Con los datos de las coordenadas geográficas, se trabaja el análisis de la posición del sol anual, a través de los ángulos de azimut solar (medidos en vistas superiores o plantas) y de altura solar (medidos en planos de corte o elevación). La información acerca de los ángulos de azimut y altura del distrito de Molinos es obtenida del programa Ecotect Analysis 2011. Este programa produce la tabla de los

ángulos de azimut y altura para los 12 meses del año y a la hora que se desee analizar.

Estos datos sirven para realizar el análisis de las obstrucciones solares, diseño de vanos, protectores solares, análisis del recorrido solar anual, análisis de sombras exteriores; para sustentar solarmente la propuesta de la investigación, debido a que es el sol la fuente primaria de calor y luz para la tierra, así como también es la fuente para proveer de confort con el aprovechamiento de la energía solar incidente en la envolvente arquitectónica.

En el diagrama solar estereográfico, se aprecia la trayectoria solar del distrito de Molinos, se define claramente que existen meses que se encuentran en la zona norte y otros en la zona sur, siguiendo en ambos casos la trayectoria Este-Oeste. El solsticio de Junio esta al extremo norte, los Equinoccios de Marzo y Setiembre se encuentran al norte (Línea celeste) y el solsticio de Diciembre esta al extremo sur.

Se aprecia la vista de la proyección solar estereográfica (Ver figura N° 7), que muestra el movimiento aparente del sol del distrito de Molinos, esta imagen fue desarrollada del programa Ecotect 2011.

El recorrido anual del sol en Molinos tiene claramente definido el sol desde el Norte y Sur, siendo importante analizar esta situación del movimiento aparente del sol para poder aprovechar la energía solar para climatizar la arquitectura en el clima frío-seco de Molinos.

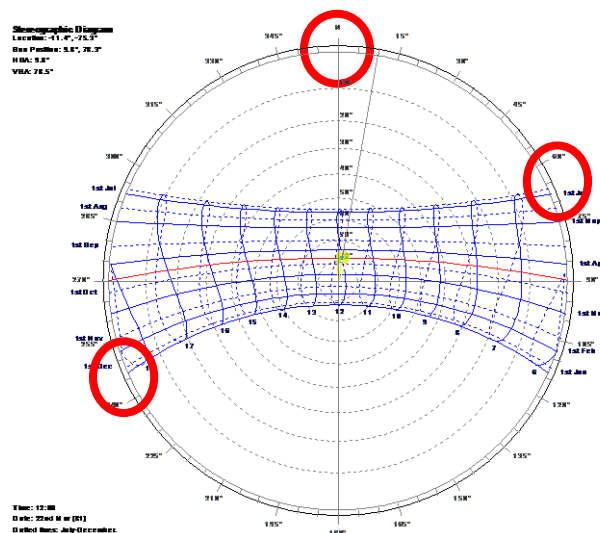


Figura N° 7: Proyección Solar Estereográfica.
Fuente: Propia (Programa Ecotect Analysis)

Gráficos de confort de Molinos

En el gráfico bioclimático de confort de Olgay se muestra la zona de confort en color rojo con un sombreado que permite ubicarla fácilmente (zona que fue delimitada de acuerdo a los cálculos realizados), en el mismo gráfico se puede observar líneas que representan los días típicos de cada mes de al año, a los cuales se les ha asignado un color por cada mes (Ver figura N° 8).

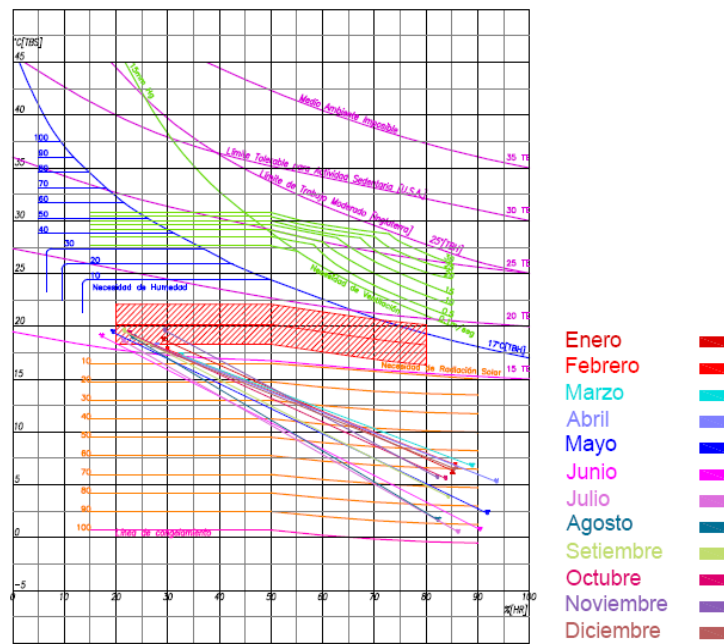


GRAFICO BIOCLIMÁTICO DE CONFORT DE OLGAY

Figura N° 8: Gráfico Bioclimático de Olgay. (Variables: Temperatura y Humedad)
Fuente: Elaboración propia basado en libro: Arquitectura y Clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas; de Víctor Olgay. Elaborado con los datos climáticos de Molinos - Jauja

Cada mes fue ubicado de intersecar los datos siguientes: La temperatura máxima con la humedad relativa mínima y la temperatura mínima con la humedad máxima; esto determina una línea de día típico por mes, doce líneas al año.

Lo que demuestra el gráfico es que todo el año está fuera de la zona de confort la climatología del lugar, sólo llega a estar un poco en la zona de confort alrededor del mediodía (temperatura máxima intersecada con humedad relativa mínima). Así en general se observa que fuera de la edificación la sensación térmica es de frío anual por estar debajo de la zona de confort la mayor parte del año.

Se requiere captar en la mañana radiación solar para lograr estar en mejores condiciones y en las noches para poder lograr estar confortable se requiere vestir ropa de abrigo. Se destaca que el gráfico de Olgay está pensado para evaluar las condiciones climáticas exteriores y por tanto es una herramienta muy útil para tener una caracterización correcta del lugar.

Para la utilización del Gráfico bioclimático de Givoni se adoptó del trabajo realizado por el Dr. Arq. Martín Wieser Rey para la Universidad Ricardo Palma, que preparó dicho gráfico según zonas climáticas para el Perú.

En dicha propuesta se tiene tres gráficos para diferentes zonas climáticas (zonas frías, templadas y cálidas), el gráfico escogido para Molinos corresponde al que está preparado para zona fría, es decir, cuyos límites del perímetro de la zona de confort son: Límite inferior de temperatura 18° C y límite superior de temperatura 25° C y como límite superior de humedad 80% y límite inferior de 20% a 30%.

En el gráfico bioclimático de confort de Givoni se muestra la zona de confort sombreado en color rojo (Ver figura N° 9), zona que fue delimitada de acuerdo a los cálculos del Dr. Arq. Wieser.

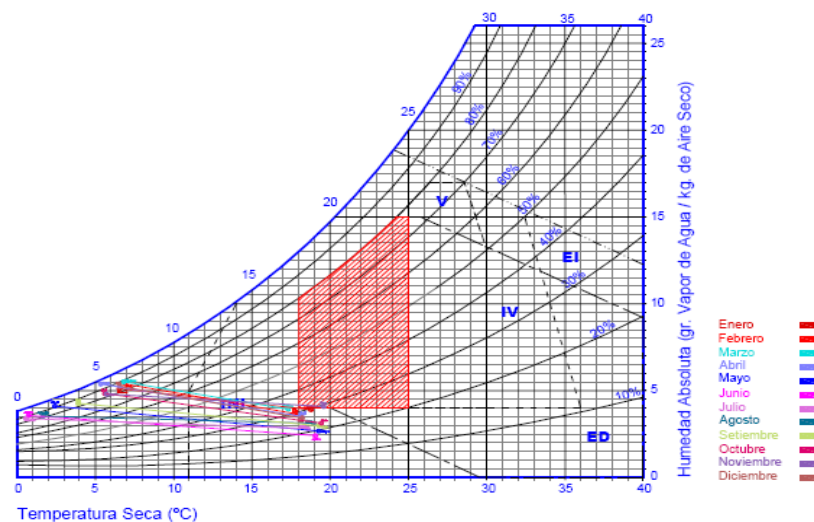


GRAFICO BIOCLIMÁTICO DE CONFORT DE GIVONI

Zona de confort y estrategias sugeridas

- V Zona de control posible con Ventilación (v = 2 m/s)
- IV Zona de control posible con Inercia en Verano
- INI Zona de control posible con inercia en Invierno
- ED Zona de control posible con Refrigeración Evaporativa Directa
- EI Zona de control posible con Refrigeración Evaporativa Indirecta

Figura N° 9: Gráfico Bioclimático de Givoni. (Para zona climática fría). (Variables: Temperatura y humedad)
 Elaborado con los datos climáticos de Molinos -Jauja
 Fuente: Dr. Arq. Martin Wieser Rey

Se puede observar líneas que representan los días típicos de cada mes de al año, a los cuales se les ha asignado un color por cada mes (Ver figura N° 9). Cada mes fue ubicado de intersecar los datos siguientes: La temperatura máxima con la humedad relativa mínima y la temperatura mínima con la humedad máxima; esto determina una línea de día típico por mes.

Lo que demuestra el gráfico es que todo el año está fuera de la zona de confort la climatología del lugar. Partiendo de la hipótesis que al interior de la habitación no existe movimiento de aire, ni radiación directa, se ubica los límites de confort, además de colocar los días típicos de cada mes como se explicó líneas arriba. Es importante destacar que las correcciones sugeridas en el gráfico bioclimático de Givoni, parten de identificar las condiciones externas, pero tomando la realidad térmica de un espacio interior en función de las estrategias sugeridas en el mismo gráfico.

Estas sugerencias para los interiores de las edificaciones de Molinos son las de trabajar con inercia en invierno, lo que quiere decir, que se debe trabajar con sistemas captadores de la energía solar (abundante recurso en la zona), así como también trabajar con materiales con condiciones térmicas de almacenamiento para la noche (piedra, tierra: adobe, tapial, etc.) Esto debido a que la sensación térmica es de frío anual por estar debajo de la zona de confort la mayor parte del año.

Es evidente que luego de observar los dos gráficos bioclimáticos de confort, tanto el de Olgyay (caracterización del clima del lugar) como el de Givoni (condiciones interiores de la edificación), el recurso a tomar en cuenta es la radiación solar para poder lograr estar en bienestar térmico debido a las condiciones de temperaturas bajas que existe en la zona anualmente, haciendo notar que las temperaturas más bajas son por la noche, lo cual indica que para preservar los valores de calefacción vía el sol se debe “guardar” está en los materiales para poder transmitirlos por la noche.

OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

Objetivo Central

Plantear una propuesta de Arquitectura Bioclimática para mejorar el confort de los pobladores de Molinos – Jauja, considerando aspectos ambientales, de diseño, entorno y culturales.

Objetivos Específicos

1. Recuperar y poner en valor los materiales del lugar con aplicación de técnicas constructivas adecuadas.
2. Aplicar los conceptos de la Arquitectura Bioclimática en procura de brindar confort térmico, lumínico y de renovación de aire.
3. Aplicar conceptos de ahorro de energía y conservación del medio ambiente.
4. Mejorar la calidad de vida de los pobladores de Molinos con la propuesta de Arquitectura Bioclimática.

MÉTODO

Tipo de investigación

Según el tipo, la investigación es aplicada, debido a que se empleo los conocimientos que se estudiaron de la metodología de la arquitectura bioclimática (variables de confort, térmicas y climáticas), en la evaluación de cuatro tipos de viviendas existentes y se produjo la propuesta con aprovechando las condiciones del lugar, propiciando el cuidado y respeto al medio ambiente.

Método de investigación

Según el método, la investigación fue experimental, al desarrollar los análisis de los tipos de vivienda con cálculos de balance térmico y con el uso del simulador Ecotect Analysis 2011, que fue cargado con los archivos climáticos de Molinos, la

latitud, longitud y la librería de materiales de las viviendas estudiadas y de la propuesta.

Estos análisis permitieron observar las performances térmica de los objetos de estudio, se hizo el análisis térmico y solar de las viviendas elegidas y de la propuesta para el lugar de estudio. Evaluando las condiciones térmicas y de confort en las actuales viviendas de la comunidad, en condiciones rigurosamente controladas, con cálculos matemáticos de balance térmico y con la simulación a través del software Ecotect Analysis 2011, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce la situación de desconfort de las viviendas actualmente.

Para luego proponer una vivienda que provea las condiciones adecuadas de confort integral al poblador de Molinos, trabajando con la climatología, geografía y geometría solar del lugar. Esto permitió de forma experimental confrontar la realidad con la propuesta de arquitectura bioclimática, con el análisis similar al realizado en las viviendas existentes (Cálculo de balance térmico y con la simulación solar, de confort y térmica a través del software Ecotect Analysis 2011).

Diseño de investigación

La investigación se centró en las tipologías de viviendas que existen en Molinos, la elección de las viviendas se fundamentó en el trabajo de Diagnóstico de Molinos, realizado por el Grupo EquinoXio con alumnos de la URP el año 2004, donde se mostró la homogeneidad de las formas arquitectónicas utilizada en la Comunidad.

Estas tipologías son cuatro, motivo por el cual al tener el distrito cuatro barrios, se decide tomar una vivienda por cada barrio y que además represente a cada uno de las tipologías existentes. Las viviendas escogidas son una en el barrio 2 de Mayo (vivienda tipo 1), una en el barrio de Chaupimarca (vivienda tipo 2), una en el barrio Porvenir (vivienda tipo 3) y una en el barrio Centro (vivienda tipo 4).

Con estas muestras se obtuvieron indicadores de la calidad de vida actual de los pobladores en Molinos y de la situación de las viviendas actuales, las que fueron sometidas a condiciones de simulación controlada en el programa Ecotect Analysis 2011, para demostrar su comportamiento térmico y solar, así como también, se

realizaron cálculos matemáticos de balance térmico para cada una de las cuatro viviendas escogidas.

Estos análisis fueron realizados también a la propuesta de vivienda que se presenta en la investigación, con la finalidad de comprobar su comportamiento en referencia a las viviendas existentes que fueron estudiadas y demostrar las bondades de la propuesta bioclimática.

Instrumento de recolección de datos

Para realizar la investigación se trabajó con los siguientes pasos:

Trabajo de campo

Paso 1: Recopilación de información in situ (fotos, levantamientos arquitectónicos, entrevistas, levantamiento fotográfico, encuestas sobre preferencias y gustos, etc.)

Paso 2: Lectura y evaluación de trabajos de investigación del Grupo EquinoXio, de la Universidad Ricardo Palma, trabajos de Tesis Facultad de Arquitectura – URP, recopilación de información climatológica, información socio-económica, información físico-urbana.

Paso 3: Estudio y análisis de las características físicas del lugar y de las viviendas (climatología, radiación solar, suelos, relieve topográfico, contaminación intradomiciliaria, falta de confort en las viviendas, uso de materiales constructivos etc.)

Paso 4: Encuestas informativas y de actitud de la población, entrevistas con las autoridades del lugar (alcalde, presidente de la comunidad campesina, etc.)

Trabajo de gabinete

Paso 5: Caracterización del estado de los predios. Caracterización del potencial energético renovable del lugar. Estudio y evaluación de los sistemas constructivos propios del lugar. Análisis de los materiales propios del lugar.

Paso 6: Evaluación del confort de las viviendas tradicionales de Molinos.

Paso 7: Utilización de los métodos de Olgyay y Givoni para definir las condiciones del clima y las estrategias a seguir en el diseño. Análisis a través del cálculo de balance térmico de las viviendas.

Paso 8: Análisis y diagnóstico de la situación de las viviendas en Molinos Jauja.

Paso 9: Conclusiones y recomendaciones de arquitectura bioclimática.

Paso 10: Desarrollo de la propuesta bioclimática. Evaluación de la propuesta a través del cálculo de balance térmico. Validación de la propuesta arquitectónica con la evaluación con simulador Ecotect Analysis 2011.

Técnicas de procesamiento de datos

La investigación se inició con la descripción del lugar, las características físicas, geográficas y climáticas, el análisis de las viviendas tradicionales, entrevistas a los pobladores, levantamientos arquitectónicos y se evaluó las cuatro tipologías de vivienda, con su diagnóstico de balance térmico y en base a ellos se realizó la propuesta teórica.

Con la información recopilada, analizada y comparada de las viviendas existentes, se elaboraron los planos con la propuesta arquitectónico bioclimática.

Luego de lo cual, se procedió a evaluar bajo los mismos parámetros, la propuesta arquitectónica para demostrar la mejora en el confort de la vivienda a través de la elaboración del proyecto de arquitectura bioclimática y analizar las condiciones de confort simuladas con los cálculos de balance térmico y analizando la vivienda propuesta en simuladores.

A través del software Ecotect Analysis 2011 se realizó el análisis de soleamiento, sombras arrojadas, iluminación natural y balance térmico de las viviendas (actuales y propuesta).

El análisis arribó a un diagnóstico que permitió conocer las condiciones del estado de la situación de las viviendas de los cuatro barrios de Molinos y la situación de la propuesta de arquitectura bioclimática (con cálculos y con las simulaciones computacionales), luego se realizó el análisis comparativo de las dos situaciones (viviendas actuales y vivienda propuesta) para determinar cuál de las dos posee la mejor condición de confort para los pobladores.

Para poder analizar los cuatro tipos de viviendas se realizó el procedimiento de cálculo de balance térmico, haciéndose el análisis de pérdidas y ganancias para el verano e invierno. Se seleccionó los siguientes datos para poder realizar los cálculos:

- Temperaturas máximas y mínimas de verano e invierno.
- Se realizaron los cálculos preliminares (cálculo de perímetro, área total expuesta, volumen interior, diferencias de temperaturas, áreas de puertas y ventanas).
- Se calculó el Valor – U (transmitancia térmica) para cada tipo de elemento constructivo.
- Se calculó las áreas para cada tipo de elemento constructivo.
- Se calculó las pérdidas por conducción (Q_c).
- Se calculó las ganancias por conducción (Q_c).
- Se calculó las pérdidas y ganancias por ventilación (Q_{vent}).
- Se sumó las pérdidas y ganancias de calor para determinar el balance térmico.
- Se utilizaron las tablas de Valor-R, de Valor-U, Factores de pérdida, Valores de cambio de aire, Relación de densidad – aire, capacidad de aire, tabla equivalente de diseño, tabla de factores de ventanas, factores de vidrio, factor de infiltración y ganancia de calor por ocupantes y equipos.
- Se indicó un margen de “tolerancia” para poder determinar las condiciones de balance de las viviendas, la teoría indica que el balance correcto debería ser tal que al restarse las ganancias de las pérdidas dan como resultado cero, esto en la práctica es imposible (no existe el balance perfecto). Por este motivo se dio un margen que en este estudio será de +- 600 watts.
- Se evaluaron las cuatro tipologías de vivienda con el simulador Ecotect Analysis 2011, para contrastar el cálculo de balance térmico realizado.

La vivienda tipo 1 (barrio 2 de Mayo) tiene dos habitaciones múltiples (una que es dormitorio para toda la familia y la otra para las labores de cocina –comedor y actividad social), con un patio con piso de tierra que sirve para corral de animales y alrededor posee corredores techados. Con un área construida de 155.59 m²

La vivienda tipo 2 (barrio Chaupimarca) tiene dos patios que están generados alrededor de tres zonas (una zona contiene la cocina con un depósito, otra zona al ambiente social comedor-cocina y la última zona para dormitorio para toda la familia), los patios son con piso de tierra y alrededor posee corredores techados.

La vivienda tipo 3 (barrio Centro) tiene un patio central y dos niveles de construcción, contando con tres habitaciones hacia la fachada que son la sala, comedor y cocina; en esa misma zona en el segundo piso tiene una habitación más y al fondo del patio un dormitorio grande con el patio con piso de tierra y alrededor posee un corredor techado.

La vivienda tipo 4 (barrio Porvenir) tiene hacia la fachada un gran ambiente social que es sala-comedor e ingreso lateral a patio, articulando la otra zona con un patio central que está rodeado de dos corredores techados y al fondo la segunda zona con la cocina y un gran dormitorio familiar, detrás de estas habitaciones existe un pequeño patio con un depósito. Los patios son con piso de tierra y con uso de corral para sus animales.

Se realizó el cálculo de balance térmico para las viviendas de los cuatro barrios, que tienen las tipologías de vivienda N°1, N°2, N°3 y N°4. A continuación se procedió a llenar la tabla de balance térmico para poder observar las pérdidas y ganancias de calor en verano e invierno para la vivienda estudiada.

Se evaluaron las cuatro tipologías de vivienda con el simulador para contrastar el cálculo que se realizó. En el simulador se comprobó el comportamiento térmico de las tipologías existentes que dio como resultado similar las pérdidas del cálculo de balance térmico.

Para la propuesta de vivienda bioclimática se utilizó el mismo procedimiento de cálculo y simulación en el programa, para observar el funcionamiento de la propuesta.

RESULTADOS

Los resultados del estudio de las tipologías de vivienda están de acuerdo con los análisis del cálculo de balance térmico, el análisis térmico del software Ecotect Analysis 2011 y análisis solar del mismo software. De estos análisis realizados se obtuvo los parámetros para poder proponer una solución al problema de confort y condiciones de vida de los pobladores de Molinos en sus viviendas.

Por medio del análisis realizado por el cálculo de balance térmico, se pudo apreciar que las viviendas mostraban deficiencias en el confort térmico, pues todas las

viviendas al ser sometidas al cálculo, obtuvieron resultados de pérdidas de calor en verano e invierno, lo cual al consolidarse dio como resultado un indicador negativo por pérdidas para el bienestar de los pobladores. (Ver figura N° 10)

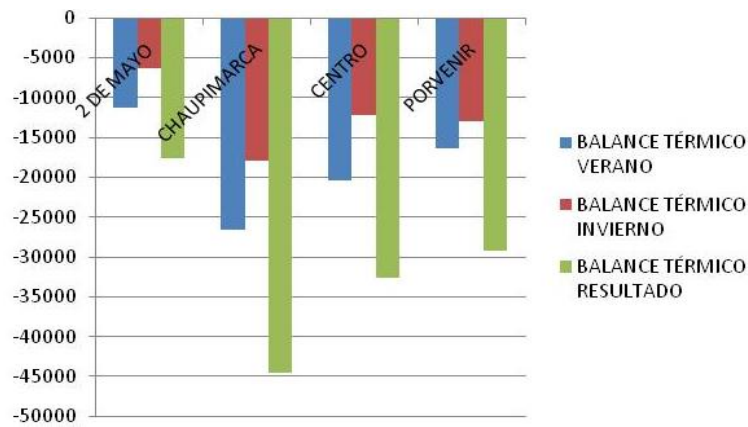


Figura N° 10: Cuadro de balance térmico de 4 tipologías de vivienda –Molinos.
Fuente: Elaboración propia

Finalmente del análisis térmico realizado con el software Ecotect Analysis 20101 se obtuvo información que demostró resultados similares a los de cálculo de balance térmico, es decir, todas las viviendas obtuvieron valores negativos que indicaron que estaban fuera de la zona de confort, por tanto estaban en condiciones poco adecuadas para el bienestar de los pobladores.

A pesar de obtener un nivel de ganancia solar por muros importante, las viviendas obtuvieron resultados de pérdidas de calor en verano e invierno, estos resultados se dieron por el gran problema de infiltraciones que poseen (pérdidas por rendijas en ventanas, puertas, muros con techos).

Este análisis demuestra las condiciones inadecuadas para el confort térmico interior, que tienen los cuatro tipos de viviendas, por este motivo el planteamiento de la propuesta del prototipo contempló salvar las carencias existentes por medio de las bases de la arquitectura bioclimática para proveer de las condiciones de confort aprovechando las condiciones del clima y controlando sus desventajas, utilizando materiales de la zona de la mejor forma, que promuevan mejores condiciones de confort para la población del lugar.

Propuesta de vivienda

La vivienda propuesta tiene una arquitectura compacta, teniendo al ingreso un zaguán para que la gente pueda departir, luego posee una zona de uso múltiple

(sala-comedor-cocina), dos dormitorios y un servicio higiénico (ecobaño y terma solar). Así mismo, posee una cocina mejorada y dormitorios una zona de desván para guardar los productos de la chacra, las frazadas y ropa de abrigo. Tiene un ingreso lateral a la zona de chacra y una zona para los animales, además de una zona de chacra. Tiene un área construida de vivienda de 121.00 m² en el primer nivel y en el segundo donde están los depósitos posee un área de 53.70 m².

Se presenta en las imágenes las plantas arquitectónicas, los cortes y elevaciones del proyecto, donde se observa la compacidad de la arquitectura propuesta, que puede captar la energía solar por muros para climatizar de forma indirecta las habitaciones, esto debido a la orientación, la cocina aporta calor a las habitaciones que se encuentran cercanas, los techos son con pendientes suficientes para evacuar las lluvias y granizo; y los vanos son pequeños con contraventanas para no perder calor en las noches.

La misma que fue evaluada por los cálculos de balance térmico y evaluado por el simulador, comprobándose a través de la buena performance, el bienestar térmico logrado con el diseño bioclimático.

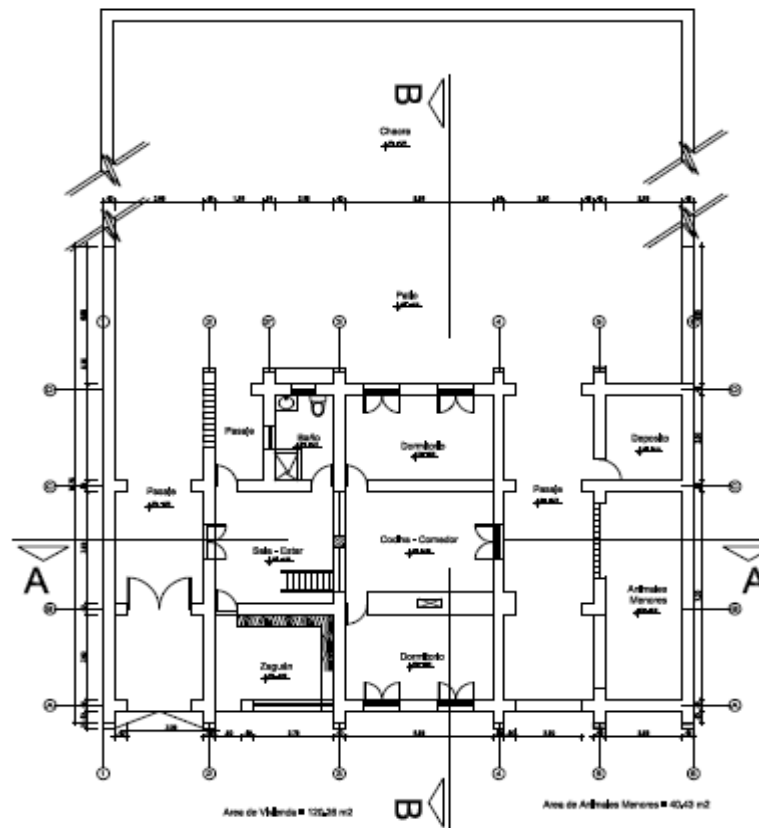


Figura Nº 11: Planta primer nivel de propuesta de arquitectura Bioclimática para Molinos
Fuente: Elaboración propia

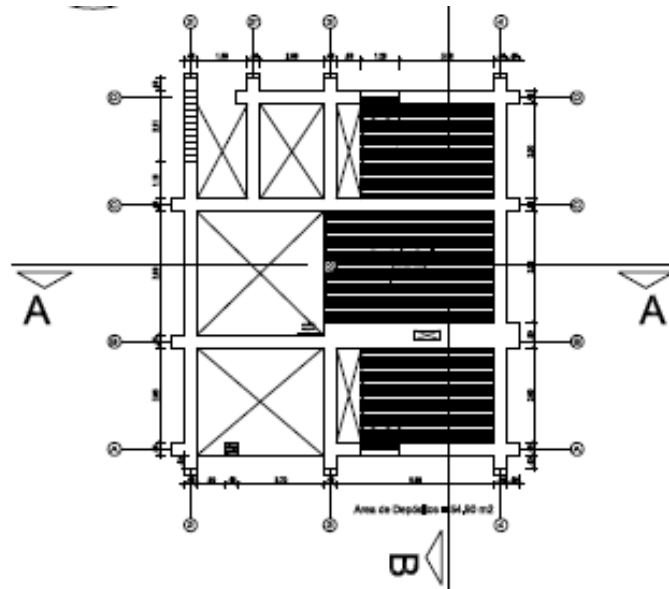


Figura N° 12: Planta segundo nivel de propuesta de arquitectura Bioclimática para Molinos.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 13: Elevación principal de propuesta de arquitectura Bioclimática.
Fuente: Elaboración propia

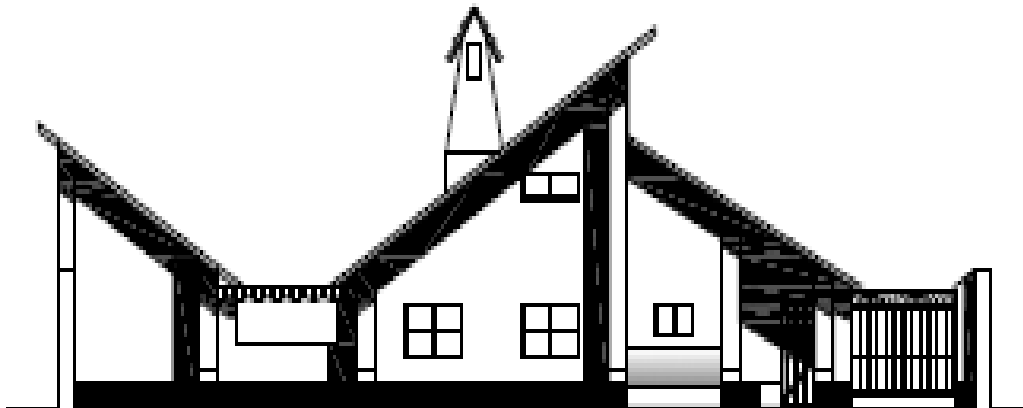


Figura N° 14: Elevación posterior de propuesta de arquitectura Bioclimática.
Fuente: Elaboración propia

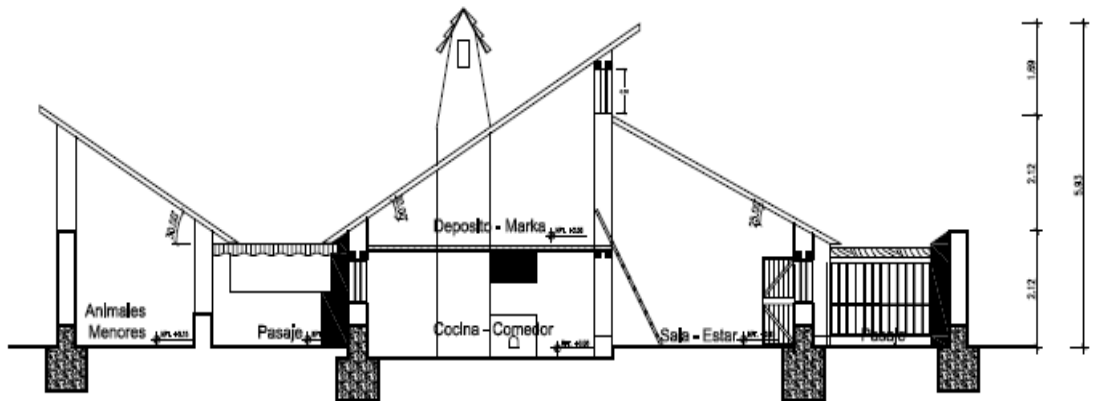


Figura N° 15: Corte arquitectónico A-A' de propuesta de arquitectura Bioclimática.
Fuente: Elaboración propia

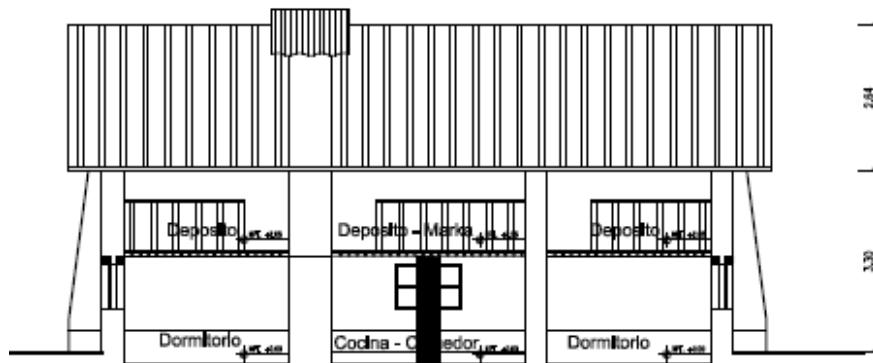


Figura N° 16: Corte arquitectónico B-B' de propuesta de arquitectura Bioclimática.
Fuente: Elaboración propia

Por medio del análisis realizado por el cálculo de balance térmico, se pudo apreciar que la vivienda bioclimática propuesta mostró que se encontraba en confort térmico, obtuvo resultados de pérdidas en invierno de -594.10 W/h y ganancia de calor en verano de 597.30 W/h, ambos resultados son menores a los ± 600.00 W/h que fue el límite para el balance térmico, lo cual dio como resultado un indicador de 3.20 W/h de ganancia lo que muestra que esta en balance térmico y esto demuestra que la propuesta brinda bienestar térmico a los pobladores. (Ver cuadro N° 2)

BALANCE TÉRMICO							
BARRIO	VERANO			INVIERNO			RESULTADO VERANO - INVIERNO
	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	
PROPUESTA	5030.46	4436.37	-594.09	3906.61	4503.9	597.29	3.2

Cuadro N° 2: Cuadro de balance térmico de vivienda bioclimática propuesta –Molinos. (Unidad: W/h)
Fuente: Elaboración propia

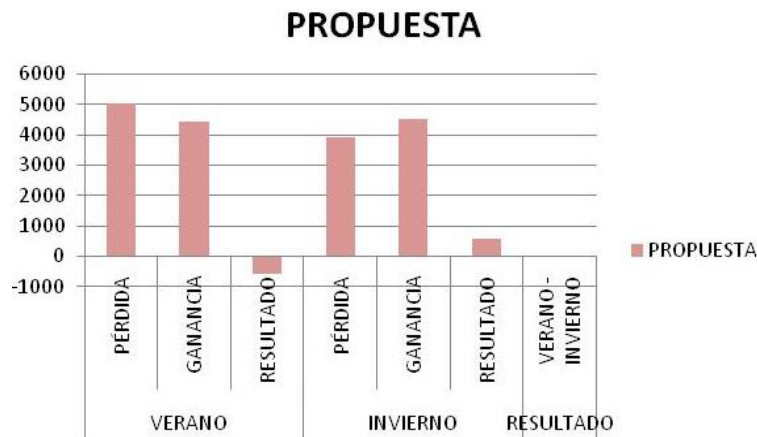


Figura N° 17: Cuadro de balance térmico de vivienda bioclimática propuesta –Molinos.
Fuente: Elaboración propia

Se elaboraron histogramas con la propuesta de arquitectura bioclimática y las tipologías de vivienda. Uno de los histogramas tiene a las 4 tipologías de vivienda en las abscisas (X) y la propuesta bioclimática también en las abscisas (X1) los valores de los resultados y la condición térmica (Y1) en las ordenadas. (Ver cuadro N° 3)

BALANCE TÉRMICO							
BARRIO	VERANO			INVIERNO			RESULTADO
	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	PÉRDIDA	GANANCIA	RESULTADO	VERANO - INVIERNO
2 DE MAYO	18931.13	7640.31	-11290.82	14728.27	8354.69	-6373.58	-17664.4
CHAUPIMARCA	36006.48	9438.15	-26568.33	27961.19	9982.56	-17978.63	-44546.96
CENTRO	33279.36	12810.7	-20468.66	25978.93	13863.99	-12114.94	-32583.6
PORVENIR	27758.28	11438.53	-16319.75	21688.97	8773.92	-12915.05	-29234.8
PROPUESTA	5030.46	4436.37	-594.09	3906.61	4503.9	597.29	3.2

Cuadro N° 3: Resultados del Balance Térmico- verano e invierno. (Unidad: W/h). 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 18) muestran que la vivienda bioclimática propuesta está en condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos que están en desconfort por pérdidas durante todo el año (verano e invierno). Las líneas rojas son los límites del confort establecidos en (± 600 W/h). Esto comprueba las mejores condiciones de confort térmico que tiene la propuesta bioclimática.

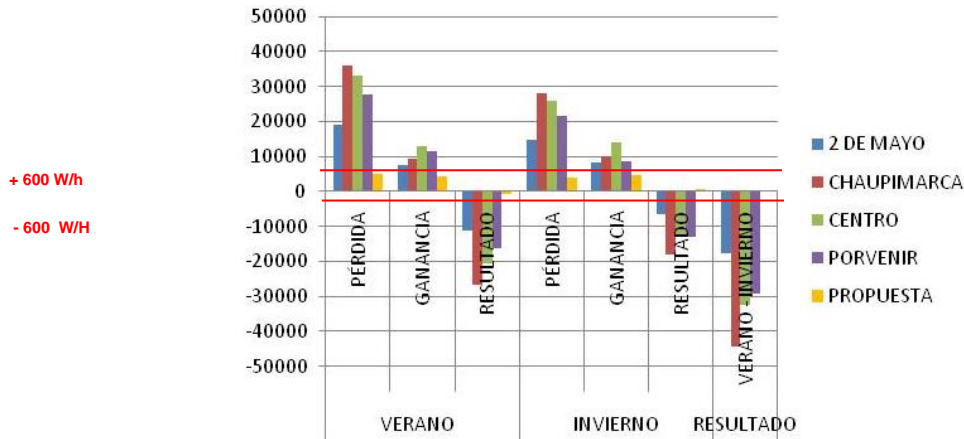


Figura N° 18: Resultados del Balance Térmico- verano e invierno. 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente histograma se realizó la comparación de los promedios de pérdidas y ganancias anuales de las 4 tipologías de vivienda contra la propuesta bioclimática, teniendo en las abscisas (X) a los promedios de las viviendas y los valores en W/h de pérdida-ganancia en las ordenadas (Y). (Ver figura N° 20)

BARRIOS	BALANCE VIV. ACTUALES (4 BARRIOS)	BALANCE VIV. PROPUESTA (SIMULADO)
	2 DE MAYO	-17644.4
CHAUPIMARCA	-44546.96	3.2
CENTRO	-32583.6	3.2
PORVENIR	-29234.8	3.2
PROMEDIOS	-31002.44	3.2

Cuadro N° 4: Resultados y promedios del Balance Térmico anual.
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 19) demuestran que la vivienda bioclimática propuesta está en óptimas condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos, estas están en desconfort por grandes pérdidas durante todo el año (verano e invierno). Esto comprueba las mejores condiciones de la propuesta bioclimática. Las líneas rojas son los límites del confort establecidos en (± 600 W/h).

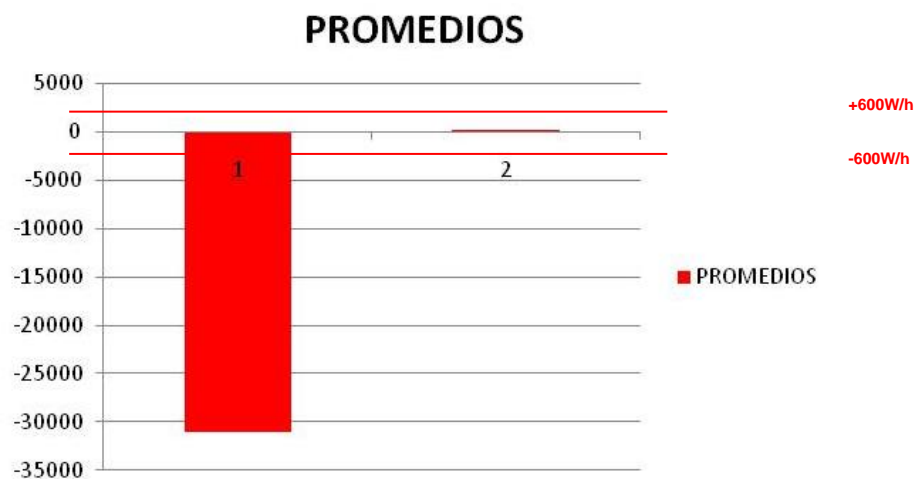


Figura N° 19: Promedios del Balance Térmico anual.
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
Fuente: Elaboración propia

Finalmente en el histograma que se muestra a continuación se evalúa el comportamiento de las 4 tipologías de viviendas y la vivienda bioclimática respecto del límite de watts para considerar que la vivienda está dentro del confort térmico ($\pm 600\text{W/h}$), en las abscisas (X) se encuentran las viviendas y en las ordenadas (Y) los valores en watts. (Ver figura N° 20)

VIVIENDAS	WATTS
2 DE MAYO	-17644.4
CHAUPIMARCA	-44546.96
CENTRO	-32583.6
PORVENIR	-29234.8
PROPUESTA	3.2

Cuadro N° 5 : Watts / hora en viviendas.
4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se observan en el histograma (Ver figura N° 20) demuestran que la vivienda bioclimática propuesta está en óptimas condiciones de confort respecto a las 4 tipologías de vivienda de Molinos, pues esta con un valor de 3.20 W/h de ganancia que sitúa a la propuesta dentro del rango del confort establecido ($\pm 600\text{ W/h}$); en cambio las cuatro tipologías de vivienda están en desconfort por grandes pérdidas durante todo el año (verano e invierno). Esto finalmente comprueba las mejores condiciones de la propuesta bioclimática.

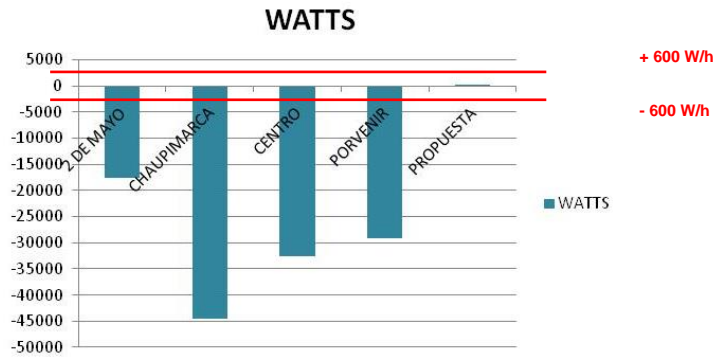


Figura N° 20: Watts / hora en viviendas.
 4 Tipologías de vivienda Molinos – Vivienda bioclimática Propuesta.
 Fuente: Elaboración propia

Queda claramente comprobado que la propuesta bioclimática tiene condiciones de confort superiores a las que poseen las viviendas actuales de Molinos. La propuesta está desarrollada en base al estudio y consideraciones que se obtuvieron del análisis climático y de los cuadros de confort, lo que permitió conocimiento integral del lugar y las recomendaciones surgidas de este análisis.

El confort conseguido en la propuesta bioclimática, es consecuencia entonces, de la sistematización de las bases teóricas de la arquitectura bioclimática para aplicarlo de forma particular a la zona de Molinos en Jauja, quiere decir, que la vivienda planteada no se puede “trasladar” a cualquier lugar menos si es con condiciones físicas que difieren del estudio realizado. La propuesta de vivienda bioclimática es inédita, quiere decir, que en la zona no se ha trabajado una construcción con las características de la propuesta y se espera que sea la base para que mediante futuras investigaciones se pueda profundizar en el tema obteniendo propuestas mejoradas.

DISCUSIÓN

La Arquitectura Bioclimática con sus bases teóricas de utilización de las condiciones climáticas del lugar (aprovechando las ventajas y controlando las desventajas del clima local), utilizando los recursos disponibles (sol, vegetación, materiales locales, etc.) para disminuir los impactos ambientales, disminuyendo los consumos de energía; logra proveer de soluciones adecuadas en el lugar donde se esté trabajando.

En realidad toda arquitectura antigua hasta antes de la revolución industrial y en nuestro país hasta los años 50's del siglo XX ha sido bioclimática, es decir, ha desarrollado una correcta interrelación con el medio donde se implantaba y ha procurado satisfacer las necesidades de confort de los usuarios de forma natural (confort térmico e iluminación y ventilación natural), pues no existía otra forma de lograrlo.

En la zona de Jauja las culturas antiguas, los Xauxas o Wankas desarrollaron una arquitectura coherente al clima y entorno geográfico del lugar logrando un dominio del territorio, climatología y materiales locales que aun ahora debemos estudiar y analizar.

Las ventajas que ofrece la arquitectura bioclimática frente a construcciones convencionales de tapial o adobe actuales en la zona de Molinos son:

- Trabajando con materiales locales (tierra, madera, piedra) se puede generar una excelente captación de la energía solar, para almacenarla y distribuirla al interior de la vivienda (Climatización pasiva).
- No impacta negativamente al medio al utilizar los materiales locales.
- La arquitectura bioclimática es la base de la eficiencia energética en las edificaciones, esto se comprobó en la propuesta al conseguirse óptimos niveles de confort y una buena iluminación natural (al estar con bienestar integral no se requiere de energía adicional para climatizarse).
- El clima es usado como un recurso de diseño para conseguir el bienestar interior de las viviendas.
- La Arquitectura Bioclimática tiene un enfoque coherente y sostenible para manejar el ambiente y puede ser fácilmente replicado por la gente local.
- Climatizar con el clima es una práctica válida y adecuada para las comunidades menos favorecidas, pues se trabaja en función de los materiales locales ahorrando dinero y energía.
- Diseñar con el clima es ahorrar energía y no se impacta al medio ambiente.

Las condiciones térmicas logradas con la intervención bioclimática fueron óptimas, consiguiendo demostrar que se puede mejorar las condiciones de vida de la población con la aplicación de estos conceptos.

Sobre lo anteriormente expuesto se puede concluir que el desarrollo de propuestas bioclimáticas en zonas pobres del Perú es importante para poder aportar beneficios a la gente de menores recursos y proveerles de mejor calidad de vida.

CONCLUSIONES

Construir con arquitectura bioclimática es importante en zonas donde la climatología es de grandes oscilaciones térmicas como es la zona de la sierra en Perú, donde se encuentra ubicada la zona de investigación, como se demostró en el trabajo de investigación; que consiguió:

- Recuperación de materiales y tecnologías ancestrales, con el aporte de nuevas formas constructivas, con lo que se obtuvo confort térmico.
- Garantizar el ahorro energético de las viviendas que apliquen estos conceptos en su construcción.
- La climatización natural de la vivienda permite condiciones de confort natural que son beneficiosas a la calidad de vida y salubridad de los usuarios.
- Se puede lograr hacer una edificación que sea respetuosa del medio ambiente.

El diseñar con arquitectura bioclimática puede brindar muchos beneficios a los usuarios que están explicados dentro de los siguientes aspectos:

Económicos:

- Reduce costos de inversión.
- Reduce gastos de operación y mantenimiento para usuarios.
- Da valor agregado al edificio.
- Mejora productividad y satisfacción de usuarios.

Ambientales:

- Amplia y protege hábitats naturales (al usar materiales locales).
- Mejora calidad de aire y agua (por el reciclaje en el tratamiento).
- Reduce residuos sólidos.
- Conserva recursos naturales.
- Disminuye emisión de GEI.

Salud y Social:

- Mejora ambiente térmico y acústico.
- Aumenta confort y salud de usuarios.
- Contribuye a salud, estética y vitalidad de la comunidad.

La investigación pretende ser un aporte para conseguir la mejora de la calidad de vida de las poblaciones menos favorecidas del país con la intervención de propuestas, que como en este caso, con arquitectura bioclimática, pueda con tecnologías sencillas conseguir el desarrollo de las comunidades deprimidas del Perú.

REFERENCIAS

- Brack Egg, A., (2006). Perú Megadiverso. Artículo original, Recuperado de: http://www.peru.pibs.info/doc/Brack_Peru_Megadiverso.pdf
- Evans, M. (1980). Housing, Climate and Confort. London: The Architectural Press..
- Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. New York: Van Nostrand Reinhold.
- González, E. y otros. 1986, Proyecto clima y arquitectura. México: Editorial GustavoGil,
- Gonzalo, G. (1998). Manual de Arquitectura Bioclimática. Tucumán: Imprenta Arte Color.
- Jiménez, E. (1984). El clima de España y la arquitectura solar. España: Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Lacomba, R. (compiladora) y otros. (1991). Manual de Arquitectura Solar. México: Editorial Trillas.
- Llanque Chana, J. (2001). Arquitectura Bioclimática, técnicas para el uso de la energía solar pasiva. Arequipa: Centro de Artes Gráficas de editorial UNSA.
- Márquez Briceño, L. (2003). Tecnología Constructiva y Conservación del Patrimonio. Lima: Instituto Yachay Wasi.
- Olgyay, V. (1998). Arquitectura y Clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Rodríguez, M. (2001). Introducción a la arquitectura bioclimática. México: Editorial Limusa.
- Rogers, R y Gumuchdjan, Ph. (2003). Ciudades para un pequeño planeta. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Serra, R. (1999). Arquitectura y climas. Editorial Gustavo Gili..
- Serra, R y Coch, H.. (1995). Arquitectura y Energía Natural. Barcelona: Ediciones UPC. Barcelona.
- Vélez, R. (1992). La Ecología en el Diseño Arquitectónico. México: Editorial Trillas.
- Wieser, M. (2006). Geometría solar para arquitectos. Lima: Editorial Universidad Ricardo Palma.