

Ambiente bioclimático de la vivienda residencial en el Municipal de Juárez, Nuevo León

Bioclimatic environment of residential housing in the Municipality of Juárez, Nuevo León

Carlos Alberto Fuentes-Pérez

Dr. en Arq. / SNI I / Líder del Cuerpo Académico de Calidad del Hábitat, FADU, México.
E-mail: cfuentes@docentes.uat.edu.mx

Revista de Arquitectura IMED, Passo Fundo, vol. 7, n. 1, p. 102-132, Jan.-Jun., 2018 - ISSN 2318-1109

[Recebido: 13 junho 2018; Aceito: 16 agosto 2018]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2018.v7i1.2775>

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumen

Introducción: El clima exterior conjuntamente con el diseño arquitectónico, los materiales de la vivienda residencial en zona suburbana en el Municipio de Juárez, Nuevo León y el sistema de construcción determinan el rendimiento térmico y su capacidad para ofrecer condiciones cómodas al usuario. La vivienda residencial debe proporcionar un ambiente interior cómodo que debe estar razonablemente asegurado independientemente de las fluctuaciones climáticas del exterior. El objetivo de investigación es determinar en el ambiente interior oscilaciones de temperatura temporales en verano de la vivienda residencial, estableciendo el grado del ambiente bioclimático. **Método:** Se implementó el tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo del objetivo de investigación, facilitando el análisis del estudio de caso y así poder evaluarlo. Al mismo tiempo, la presente investigación se apoya en varios tipos de estudio para lograr resultados idóneos como el descriptivo, bibliográfico y de campo. La investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en el comportamiento de la vivienda residencial estudio de caso, para obtener información amplia y profunda, para contrastarla bioclimáticamente. **Resultados:** Se fortaleció con mayor detalle la evaluación climatológica de los últimos 25 años para determinar la temperatura ambiental media anual-mensual del Municipio de Juárez, Nuevo León y en el ambiente interno de la vivienda residencial mediante gráficos bioclimáticos y su discusión en tablas del ambiente bioclimático, dependiendo de la zona de comodidad de temperatura del estudio con un modelo de variación horaria de los límites cómodos que tendría ventajas térmicas, algunas de ellas relacionadas con los estudios sobre la adecuación climática en vivienda residencial. Para identificar los efectos de cada variable constructiva sobre la comodidad ambiental o sobre la eficiencia energética de la vivienda residencial en el Municipio de Juárez, Nuevo León, generalmente se calculó, en días-hora-grado, los valores térmicos por temperatura a lo largo de los días del mes y del día típico, considerando el mes crítico de temperaturas altas a agosto en 2017. **Conclusión:** Explica los resultados cuantitativos y las manifestaciones que perfeccionan la comprensión del tema del ambiente bioclimático en la vivienda residencial.

Palabras clave: Adaptación. Cambio climático. Oscilaciones de temperatura. Vivienda suburbana.

Abstract

Introduction: The external climate together with the architectural design, the materials of the residential housing in suburban area in the Municipality of Juárez, Nuevo León and the construction system determine the thermal performance and its capacity to offer comfortable conditions to the user. Residential housing should provide a comfortable indoor environment that should be reasonably assured regardless of whether fluctuations from outside. The objective of the research is to determine in the indoor environment temporary temperature fluctuations in the summer of residential housing, establishing the degree of the bioclimatic environment. **Method:** The multimodal type and triangulation were implemented, since the different applied methods offer the quantitative approach of the research objective, facilitating the analysis of the case study and thus be able to evaluate it. This research is based on several types of studies to achieve ideal results such as descriptive, bibliographic and field. Likewise, research is a procedure that allows focusing attention on the behavior of the residential housing case study, to obtain broad and deep information, to contrast it bioclimatically. **Results:** The climatological evaluation of the last 25 years was strengthened in greater detail to determine the average annual-monthly environmental temperature of the Municipality of Juárez, Nuevo León and in the internal environment of residential housing through bioclimatic graphics and its discussion in tables of the bioclimatic environment, depending on the temperature comfort zone of the study with a model of hourly variation of the comfortable limits that would have thermal advantages, some of them related to the studies on climate adaptation in residential housing. To identify the effects of each constructive variable on environmental comfort or on the energy efficiency of residential housing in the Municipality of Juárez, Nuevo León, the thermal values per temperature were generally calculated, in days-hour-grade, along the days of the month and the typical day, considering the critical month of high temperatures to august in 2017. **Conclusion:** It explains the quantitative results and the manifestations that improve the understanding of the bioclimatic environment in residential housing.

Keywords: Adaptation. Climate change. Temperature fluctuations. Suburban housing.

1 Introducción

La valoración del potencial bioclimático es uno de los puntos de partida para el diseño de vivienda residencial. Sin embargo, a medida que los cambios climáticos se ponen en el punto de mira, el potencial bioclimático también se pone en tela de juicio, porque las estrategias pasivas utilizadas tradicionalmente en un lugar específico ya no representan un enfoque equilibrado (PAJEK; KOSIR, 2018).

Como un alejamiento de los modelos bioclimáticos estándar para el diseño arquitectónico que se basan en las condiciones climáticas regionales, este estudio aboga por la necesidad de adaptar la arquitectura al microclima local para lograr la máxima eficiencia energética con respecto al acondicionamiento térmico interior para el beneficio de los usuarios. Tomando como punto de partida un modelo de vivienda residencial bioclimática convencional comúnmente aceptado, este estudio analiza el efecto de los sistemas pasivos de uso de energía, basados en orientación, forma y materiales, en la transferencia de calor a través de todas las fachadas entre las condiciones microclimáticas fuera y el interior de la vivienda residencial, y lo que afecta las condiciones de la comodidad interna. Se ha establecido un modelo bioclimático optimizado para lograr una mayor reducción en el consumo de energía a través de la manipulación de estos elementos.

2 Desarrollo Temático

El refinamiento del espacio arquitectónico juega un papel catalizador en el equilibrio energético de la vivienda residencial (ELIOPOULOU; MANTZIOU, 2017). En este trabajo se presenta una configuración diferente de la modificación de la vivienda de energía profunda, proponiendo principalmente estrategias que jerarquizan en una posición elevada el fortalecimiento de los principios de diseño arquitectónico de la vivienda estudio de caso. Estas cualidades espaciales permiten diversidad de ocupación, variabilidad ambiental y facilitan que la envolvente de la vivienda funcione de manera eficiente como moderador del clima (SINGH; MAHAPATRA; ATREYA, 2010).

Lo principal del presente estudio afirma que las tendencias bioclimáticas, derivadas de las decisiones arquitectónicas primarias de la fase de diseño inicial, predisponen el rendimiento energético final de la vivienda residencial existente. Sobre esta base, la propuesta alternativa de reacondicionamiento llamada estrategia de modificación de la energía arquitectónica, se centra en el código genético de la energía de estas características arquitectónicas básicas (PATIDAR *et al.*, 2014). Se sostiene que su renovación y refinamiento holísticos, tanto en el interior como en el exterior, allanarán el camino para la renovación energética de la vivienda y la regeneración de los espacios (CLAUDE *et al.*, 2017).

2.1 Diseño bioclimático de la vivienda

En los últimos años, la industria de la construcción se ha enfocado de forma integral en el rendimiento energético de la vivienda y en lograr mayores niveles de comodidad térmica de vida. Una de las formas más sofisticadas de lograr ambos al mismo tiempo es lograr el equilibrio climático de las residencias mediante el uso de un diseño bioclimático. El diseño de la vivienda bioclimática es esencial para que la residencia se adapte al clima local y brinde comodidad a los usuarios a la vez que fomenta las características de ahorro de energía.

La comodidad dentro de la vivienda residencial estudio de caso se puede lograr con una menor dependencia de la iluminación artificial, ventilación mecánica, aplicación de materiales ecológicos y respetuosos con el ambiente que son excelentes para absorber el calor y permitir la ventilación natural, brindando comodidad a los usuarios.

El consumo de energía ha aumentado constantemente debido a la globalización y la industrialización. Los estudios han demostrado que la vivienda es responsable de la mayor proporción de consumo de energía, ya que representa alrededor del 40% del consumo total de energía (KHOSRAVANI *et al.*, 2016). Ya que el sector residencial consume una cantidad significativa de energía en todo el mundo. Por lo tanto, es importante estudiar, analizar e implementar sistemas arquitectónicos bioclimáticos que contribuyan a la reducción del consumo de energía considerando las posibles soluciones de construcción ofrecidas tanto a nivel pasivo como activo. Para controlar el consumo de energía en las viviendas, se han propuesto diferentes políticas, desde la utilización de arquitecturas bioclimáticas hasta el uso de modelos predictivos dentro de los enfoques de control (KINNANE; GREY; DYER, 2017).

2.2 Adaptación al cambio climático

El usuario de la vivienda residencial interactúa con el microclima suburbano a través de intercambios de energía. Un exceso de energía puede crear incomodidad térmica y ser perjudicial para la salud humana. Se pronostica que muchas regiones cálidas de todo el mundo se volverán muy calientes debido al cambio climático global. Algunas ya experimentan calor extremo y lo han hecho durante siglos (MAZHAR *et al.*, 2015).

Las tipologías de vivienda residencial podrían desempeñar un papel crucial en el marco contemporáneo arquitectónico ambiental, debido a los numerosos intentos desarrollados en las últimas décadas para adoptar un modelo de vivienda pasiva y criterios bioclimáticos en México. De acuerdo con un enfoque sensible al clima, la relación interactiva y de adaptación entre la construcción, el sitio y el clima considera una regla básica para reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia energética en la vivienda residencial (SALKINI; GRECO; LUCENTE, 2017). En las últimas décadas,

este concepto se ha extendido a la preservación de la identidad cultural de los lugares. Se puede deducir un alto nivel de rendimiento adaptativo, sostenible y funcional a partir de las viviendas residenciales, como lo demuestra el caso del Municipio de Juárez, Nuevo León.

En algunos casos, las viviendas residenciales son el resultado de un proceso intuitivo de experimentación de fondo, desarrollando habilidades bioclimáticas, aprendidas de modelos arquitectónicos previos. El control del clima en una vivienda residencial se puede lograr mediante su orientación y flexibilidad de uso, el control de sombreado, la secuencia desde el exterior al patio, la ventilación y la refrigeración natural, utilizando métodos directos de prevención de calor e indirectos de disipación de calor (PICA; JOSE GARCIA, 2014).

Hoy en día, el calentamiento global y el aumento sostenido de los precios de la energía han llevado a una búsqueda de vivienda residencial de eficiencia energética entre los diseñadores y usuarios por igual. Esto ha sido acompañado por regulaciones térmicas y energéticas cada vez más estrictas para la vivienda. Además de tales cambios en el frente energético, las regulaciones de construcción también se han creado o reforzado en otras áreas, incluyendo accesibilidad, seguridad contra incendios y riesgo sísmico, junto con las demandas de los usuarios. Los efectos combinados de estos dos factores han hecho que el diseño de la construcción sea mucho más complejo (TALBOURDET *et al.*, 2013).

Por lo tanto, los diseñadores buscan constantemente herramientas e información que les proporcione formas de diseñar vivienda residencial de alto rendimiento para sus proyectos. En respuesta a estas necesidades, se propone en el presente estudio un enfoque de optimización basado en la ayuda al conocimiento para diseñar de vivienda residencial de alto rendimiento. Este enfoque proporciona a los arquitectos y oficinas de diseño un conocimiento claro del potencial de su proyecto, exploración de varias opciones, que les permita diseñar las mejores viviendas residenciales posibles de alto rendimiento, en esta versión del enfoque, solo las necesidades de energía en su comodidad térmica. Este potencial se evalúa mediante los parámetros de los valores térmicos externos e internos, así como las características energéticas de la vivienda residencial estudio de caso en Juárez, Nuevo León.

El consumo de energía en el sector vivienda es muy alto y se espera que aumente aún más debido a las mejoras en el nivel de vida y al aumento de la población mundial. Incorporar características pasivas solares apropiadas en viviendas residenciales sensibles al clima son buenas opciones para la conservación de energía. Este tipo de diseño de construcción integra el microclima y la arquitectura con las condiciones de comodidad térmico humano y mejora la eficiencia energética de la residencia. Desde la antigüedad, las personas han utilizado técnicas pasivas solares en arquitecturas vernáculas en todo el mundo. Sin embargo, todavía hay una falta de comprensión,

tanto en aspectos cualitativos como cuantitativos de las técnicas de pasiva solar en las arquitecturas vernáculas (SINGH; MAHAPATRA; ATREYA, 2011).

Este estudio presenta un enfoque paramétrico de la definición de una forma de construcción adecuada en comparación con el requisito de calentamiento de la vivienda residencial en la primera etapa del proceso de diseño. Se introduce un nuevo índice simplificado, a saber, el coeficiente de temperatura neutral T_n . De hecho, en lo que respecta a la arquitectura bioclimática, la relación entre la vivienda residencial y el entorno natural es muy importante tanto para el control de las condiciones de comodidad en interiores como para los requisitos energéticos. La forma de la vivienda residencial es un aspecto fundamental de esta relación. Por lo general, en el análisis del comportamiento térmico, este parámetro se considera solo desde el punto de vista de compacidad.

Es por esto, que se deben registrar los atributos concretos y demostrar la urgencia de que la práctica de aplicar medidas de mitigación y prevención del cambio climático debe incluir la reforma de las malas posiciones que aparecieron y que se nutrieron en la arquitectura de la vivienda residencial, mediante un procedimiento de mecanismos correctos, dirigidos, muy precisos y gráficas bioclimáticas adecuadas con un pequeño consumo de medios, teniendo en cuenta las condiciones presentes del ambiente (LAZOVIC; GRBIC; DJOKIC, 2016).

El objetivo de investigación es determinar las oscilaciones térmicas de temperatura del aire por medio de gráficos bioclimáticos de dos espacios estratégicos de la vivienda residencial estudio de caso que son la recámara principal como el espacio íntimo en planta baja y la galería de arte como el espacio social en planta alta en 2017.

3 Fundamentos metodológicos

La investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en el ambiente bioclimático de la vivienda residencial estudio de caso, para obtener información amplia y profunda, para contrastarla en el Municipio de Juárez, Nuevo León. Se utiliza la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica.

Según el nivel de conocimiento científico al que espera llegar el investigador, formula que la presente investigación es en primera instancia, un estudio diacrónico, porque se evalúa en su génesis climatológica y constructiva con una visión de conjunto, que permite establecer las causas verdaderas que lo originan, como también la manera como se manifiesta en el proceso de su desenvolvimiento.

Por lo tanto, es una investigación experimental aplicada para identificar patrones del comportamiento de temperatura solamente, en dos áreas bien definidas la recámara principal como espacio íntimo y la galería de arte como el espacio social, ambos sin climatización artificial, y no realizados con anterioridad en este tipo de vivienda residencial en zona suburbana.

La investigación permite desmembrar, con base al objetivo, toda una idea, con el propósito de determinar en el ambiente interior oscilaciones de temperatura en verano de la vivienda residencial, estableciendo el grado del ambiente bioclimático.

3.1 Evaluación climatológica del Municipio de Juárez, Nuevo León. México

Como punto de partida se determina la evaluación climatológica del Municipio de Juárez, Nuevo León donde se desarrolla desde diversas perspectivas metodológicas. Primeramente se analizan los datos con base a las normales climatológicas de 1992 a 2016, para lograr las medias normales de todas las variaciones climáticas con un mínimo de equivocación, proporcionados por la Estación Meteorológica de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) y plasmando en el diagrama bioclimático para determinar la zona de comodidad ambiental exterior de la vivienda residencial.

La climatología se contrasta con los datos térmicos obtenidos de los instrumentos digitales colocados al exterior de la vivienda residencial estudio de caso en el mes crítico con las temperaturas más altas del año.

3.2 Determinar la zona de estudio de la vivienda residencial

Con base al análisis urbano y de crecimiento del Estado de Nuevo León, se determina que la zona de estudio para la vivienda residencial es suburbana-rural, como se presenta en la zona de estudio en el Municipio de Juárez, Nuevo León en figura 1, terreno de la vivienda residencial estudio de caso en figura 2, la ubicación de la vivienda residencial estudio de caso en figura 3 y vista nocturna de la vivienda residencial estudio de caso en la figura 4.

Figura 1. Zona de estudio en Municipio de Juárez, Nuevo León



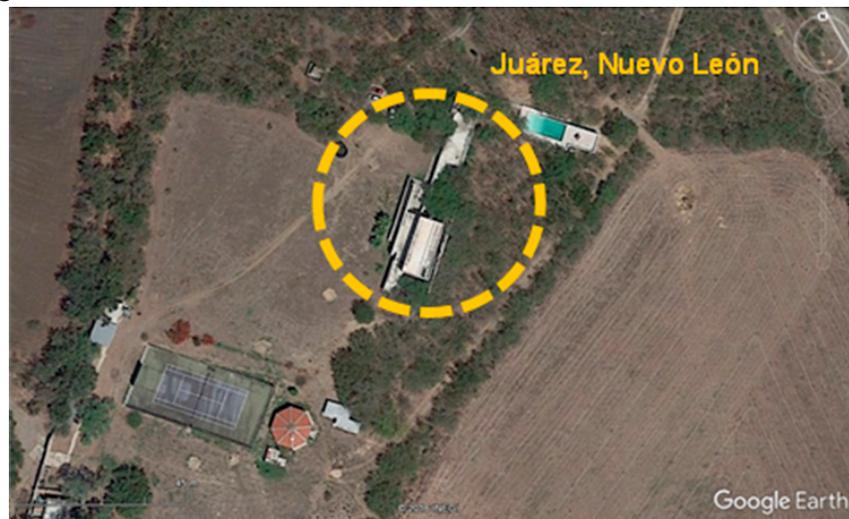
Fuente: Google Earth Pro (diciembre 2016).

Figura 2. Terreno de la vivienda residencial estudio de caso



Fuente: Google Earth Pro (diciembre 2016).

Figura 3. Ubicación de la vivienda residencial estudio de caso



Fuente: Google Earth Pro (diciembre 2016).

Figura 4. Vista nocturna de la vivienda residencial estudio de caso



Fuente: Elaboración propia.

La vivienda residencial estudio de caso en figura 5 se muestra a continuación con sus plantas arquitectónicas, en total contempla 1000.00 m² de construcción en un terreno suburbano-rural de 24 hectáreas. Así mismo, se presenta la colocación de los aparatos de medición térmica denominados Hobo's.

3.3 Vivienda residencial estudio de caso

Figura 5. Plantas arquitectónicas de la vivienda residencial estudio de caso

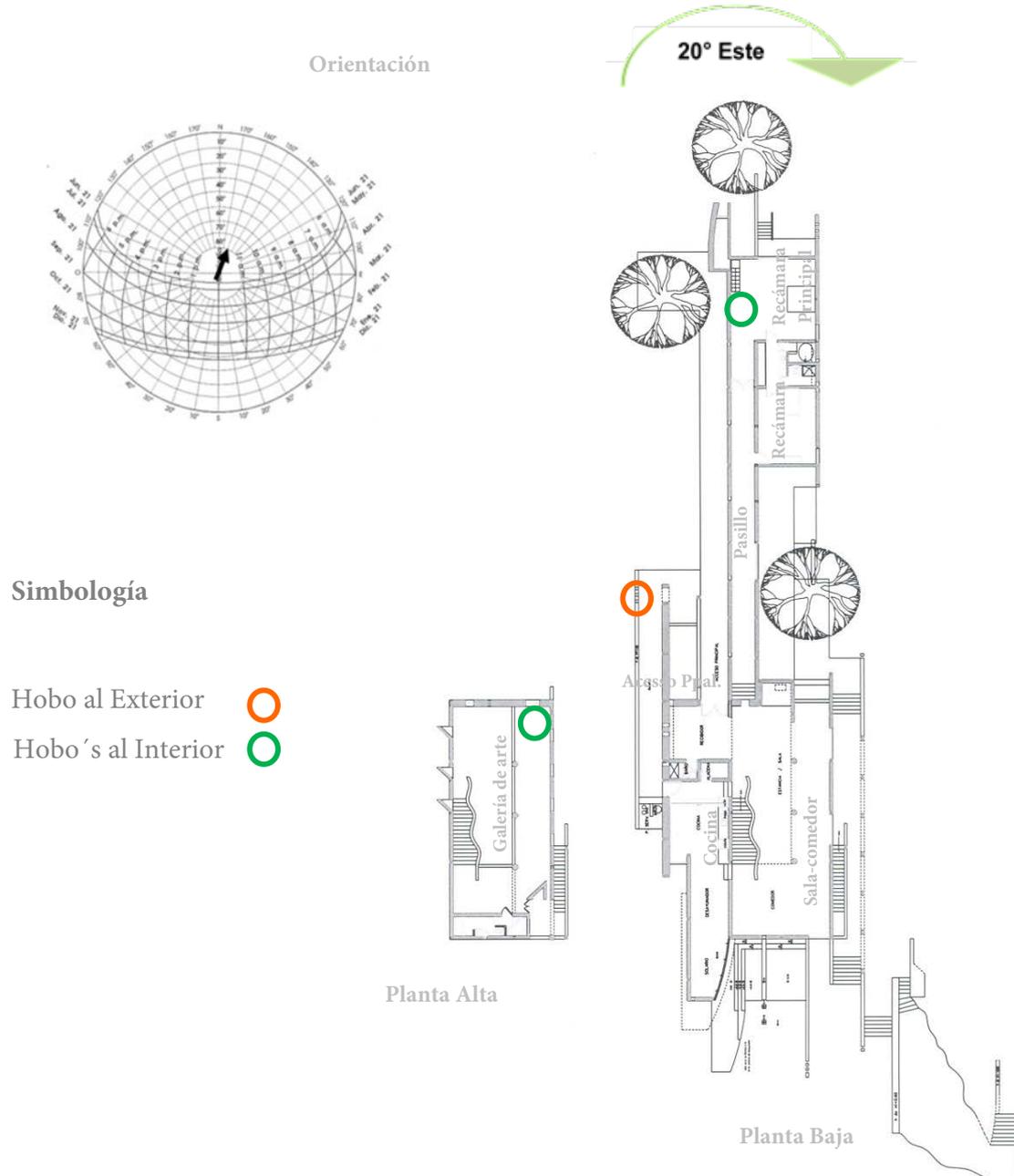


Gráfico: Elaboración Propia.

La vivienda residencial estudio de caso presenta una tendencia con relación a la orientación de 20° al Este, dispuesta con orientación Norte-Sur, provocada por el trazado.

Figura 6. Sala-comedor en planta baja y Galería de arte en planta alta



Fuente: Elaboración propia.

3.4 Características de la vivienda residencial en el Municipio de Juárez Nuevo, León

Uno de los puntos importantes dentro de la vivienda residencial, es el manejo adecuado de la energía solar, de los materiales y soluciones constructivas, como elementos básicos de la climatización natural, Sodoudi *et al.*, (2014). De hecho para la experiencia en este campo es muy vasta, ya que desde hace mucho tiempo las civilizaciones antiguas utilizan la geometría solar y las propiedades termofísicas de los materiales constructivos, a fin de lograr condiciones ambientales adecuadas al interior.

El comportamiento térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en las estrategias de adaptabilidad bioclimática de vivienda. Se refiere básicamente a las condiciones del ambiente higrotérmico al interior, pero desde el punto de vista de la relación del equilibrio entre las condiciones de temperatura del aire y humedad relativa de un lugar determinado. Por lo tanto, expertos expresan que los diseñadores deben trabajar con la naturaleza para crear espacios climáticamente agradables para las actividades humanas, por Li e Babcock (2014).

La investigación, tiene como finalidad conocer la importancia del aprovechamiento del comportamiento térmico y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas caloríficas de la vivienda residencial al observar y medir que para son las condiciones del grado de adaptabilidad bioclimática en Juárez Nuevo, León. En el entendido que para atenuar los desplazamientos de calor al interior de la vivienda residencial se debe considerar el sistema de climatización pasiva o natural que esta emplea.

3.5 Claves de la arquitectura bioclimática de la vivienda residencial en Juárez Nuevo, León

Estudio del emplazamiento. El primer punto, y esencial, es buscar un buen lugar para realizar la construcción. Para escogerlo se tienen en cuenta elementos como la orientación, el sol, el viento y la vegetación. A partir de hacer el análisis del lugar, se debe integrar la residencia con este y estudiar la protección frente al medio, (LENZHOLZER; BROWN, 2013).

Climatología de la construcción. El diseño se debe hacer para que la vivienda residencial aguante las condiciones medioambientales sin deteriorarse. Es importante conocer perfectamente el clima del lugar y cómo afectará a la vivienda residencial para poder trabajar para retener el calor o refrescar cuando sea necesario, a poder ser sin la necesidad de energía, o con muy poca. En muchos casos, se deberán aislar las construcciones para controlar mejor la afectación del clima sobre ellas, PERINI; MAGLIOCCO, 2013).

Control del clima por medios constructivos pasivos naturales. Un punto esencial de la construcción es trabajar en modos de evitar las pérdidas de calor y en modos de refrigerar de la vivienda residencial para mantener siempre la temperatura adecuada. Además, se deberá captar y almacenar la energía del entorno para poderla utilizar, en vez de las contaminantes, lo expresa (STAINES, 2007).

Control del clima con ayudas artificiales. Aunque hay ciertas cosas que se pueden controlar con el emplazamiento y la construcción en sí, otras se tienen que añadir como extra para lograr el resultado deseado. Entre estas se encuentran las bombas de calor, los sistemas de aire, la calefacción solar y la captación de energías renovables que sustituyan a las clásicas según Taleghan, Tenpierik, Van, Andy & Sailor (2014).

Ventilación natural y enfriamiento en verano. Al igual que mantener el calor es importante, también lo es ventilar y enfriar en épocas calurosas. Hay muchos lugares donde la temperatura es tan elevada que se necesitará un buen sistema para aislar todo este calor. Algunas de las soluciones que proponen los expertos son: ventilación con el aire de la noche, respiraderos de techo y ático, patios de control climático y flujos de aire a través de ventanas (MILLWARD; TORCHIA; LAURSEN; ROTHMAN, 2014).

Diseño del paisaje para control climático. La arquitectura bioclimática también tiene en cuenta el paisaje, y cómo se puede diseñar para controlar el clima. El exterior de la vivienda residencial debe ser la prolongación de esta, por lo que se puede modificar para buscar protección frente al viento, sol y los ruidos. Las plantas, los animales y el clima forman ecosistemas relacionados donde se debe integrar la residencia formando una unidad armónica para que todos salgan beneficiados, (OCHOA; MARINCIC 2003).

3.6 Instrumentos de medición

Las mediciones térmicas se realizan al interior con los Hobo's data logger UX100-003 con intervalos de una hora, para el experimento se ubican los data loggers, únicamente en espacios bien definidos en la zona íntima que es la recámara principal y en la zona social que es la galería de arte, que es de estudio y trabajo ambos espacios no contemplan climatización artificial; ya que expresan las mediciones de temperatura de aire de los espacios, varía de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen por el día y la noche, tanto en planta baja como en la alta (VELASCO *et al.*, 2017).

3.6.1 Especificaciones del data logger Hobo data logger UX100-003

Rango de temperatura:	-20.0°C a +70.0°C
Precisión en temperatura:	± 0.4.0°C
Rango de humedad relativa:	25.0% a 95.0%
Precisión en humedad relativa:	± 04.0%
Capacidad:	64K bytes
Intervalos de muestreo seleccionables:	0.5 segundos a 9 horas
Duración de la batería:	1 año aproximadamente

Los instrumentos son de lo más confiable y exactos, ver en figura 7, pero es imprescindible antes de su colocación una serie de verificaciones previas a su instalación final.

Figura 7. Hobo's data logger UX100-003 de interiores



Fuente: Elaboración propia.

También existen los Hobo U23 Pro v2, en figura 8 para la temperatura de intemperie de la vivienda residencial y expresan Lantitsou & Panagiotakis (2017) que

deben colocarse a una altura considerable como mínimo 4.00 m de altura; durante un año y detallar el mes crítico de temperatura alta que es agosto en 2017, figura 8.

Figura 8. Hobo U23 Pro v2 de intemperie



Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Especificaciones del Hobo U23 Pro v2, data logger

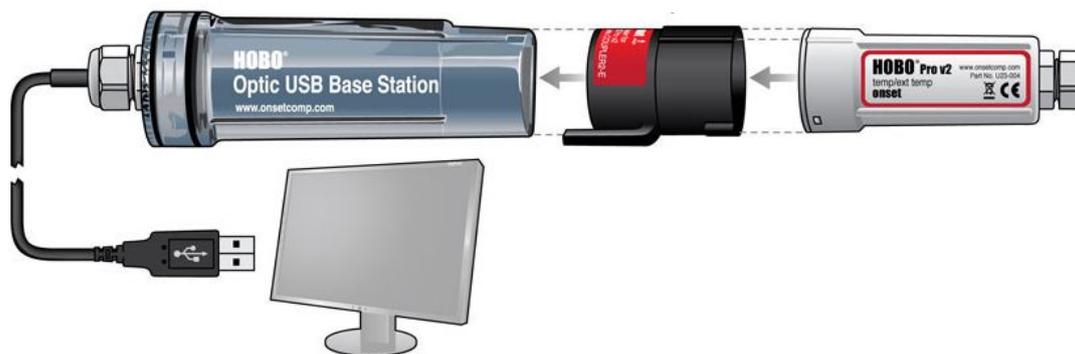
- ♦ Carcasa Intemperie para utilización en campo y entornos de alta condensación
- ♦ Alta Precisión
- ♦ Sensor HR reemplazable por el usuario, lo que permite una respuesta más rápida a la recuperación en condiciones de condensación
- ♦ Sensores externos de reducido diámetro para instalación en espacios reducidos
- ♦ Puerto USB Óptico para transferir los datos de forma rápida y segura
- ♦ Transportador HOBO Waterproof Shuttle para manejo y recuperación de datos en campo

3.6.3 Software requerido

Se requiere una estación base óptica U-4 con acoplador para manejar el Hobo Pro v2.

El Hobo Waterproof Shuttle para transportar datos de campo puede usarse también como una estación base, figura 9.

Figura 9. Estación base óptica U-4



Fuente: Onset. (Enero 2017).

Los Hobo's Pro v2 de intemperie por conservar su carcasa de alta resistencia no es necesario que se le introduzca en algún tipo de estructura para su protección, también enuncian Perez *et al.*, (2016) se le ajusta su hora-grado y se realiza la concordancia con la hora Oficial de México.

3.6.4 Bitácora diaria de mediciones térmicas

Las mediciones que presenta cada Hobo UX100-003 data logger de Tmr de los espacios internos y los Hobo U23 Pro v2 con valores de T. y H.R. del exterior, donde se encuentran colocados a decir de Naima et al., (2016) se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel donde se realiza una tabla con las mediciones íntegras exportadas de temperatura del aire en °C y con 2 posiciones decimales y de la humedad relativa expresada en % y con 2 posiciones decimales, las cuales se emplean para toda la investigación y contrastar con las mediciones de temperatura del aire y humedad relativa exteriores proporcionadas para el análisis climático histórico por CONAGUA y para realizar, analizar y administrar la información de la temperatura y humedad relativa media por hora, día, semana y mes de marzo 2017 a marzo 2018, cada cambio de estación iniciando en primavera 2017.

La bitácora diaria de medición está compuesta por valores de la información climatológica realizada hora por hora de cada uno de los espacios de la residencia estudio de caso y organizada por columnas durante el año de 2017-2018 en la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel de la siguiente manera:

Nº de medición-fecha y hora-T interior por hora UX100-003-T media diaria interior UX100-003-T media semanal interior UX100-003-T media mensual interior UX100-003-Ampliación térmica diaria entre el micro y el macroclima UX100-003-Ampliación térmica por hora UX100-003-T exterior por hora CONAGUA-T media diaria exterior CONAGUA-T media semanal exterior CONAGUA-T media mensual exterior CONAGUA-Ampliación térmica diaria entre el macro y el mesoclima CONAGUA -Ampliación térmica por hora CONAGUA-T exterior por hora de U23 en

su caso-T media diaria exterior U23-T media semanal exterior U23-T media mensual exterior U23-Ampliación térmica diaria entre el micro y el mesoclima U23-Ampliación térmica por hora U23-todas estas en °C, también en la misma hoja de cálculo:

Nº de medición-fecha y hora-HR interior por hora UX100-003- HR media diaria interior UX100-003- HR media semanal interior UX100-003- HR media mensual interior UX100-003-Ampliación térmica diaria entre el micro y el macroclima UX100-003-Ampliación térmica por hora UX100-003- HR exterior por hora CONAGUA- HR media diaria exterior CONAGUA- HR media semanal exterior CONAGUA- HR media mensual exterior CONAGUA-Ampliación térmica diaria entre el macro y el mesoclima CONAGUA-Ampliación térmica por hora CONAGUA- HR exterior por hora de U23 en su caso- HR media diaria exterior U23- HR media semanal exterior U23- HR media mensual exterior U23-Ampliación térmica diaria entre el micro y el mesoclima U23-Ampliación térmica por hora U23-todas estas en %.

3.6.5 Elaboración de gráficos bioclimáticos de temperatura (T) en zona de comodidad variable

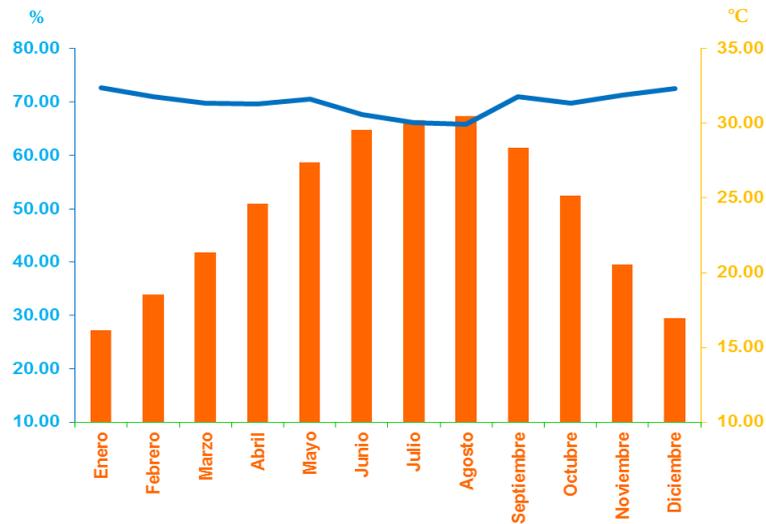
Los gráficos que se realizan en la zona de comodidad variable de temperatura, se acercan a la realidad climática de cada espacio determinando, donde se obtiene el comportamiento bioclimático de los días de comodidad, demasía y pérdida térmica de T, para con ello obtener los diferenciales máximos que vienen a ser las horas-grado por arriba del límite superior y los mínimos que son la sumatoria de las horas-grado acumuladas por debajo del límite inferior de la zona de comodidad variable de temperatura, así como la amplitud térmica mínima y máxima de temperatura media mensual.

Este tipo de gráfico con zona de comodidad variable se realiza después de haber obtenido los límites superior e inferior constantes, admite que la fluctuación de la línea central de la zona de comodidad es menor al 40% de amplitud de variación de la temperatura exterior, por eso se acerca más a la realidad (RORIZ, 2003).

4 Consideraciones Finales

Evaluación climatológica del Municipio de Juárez, Nuevo León. México

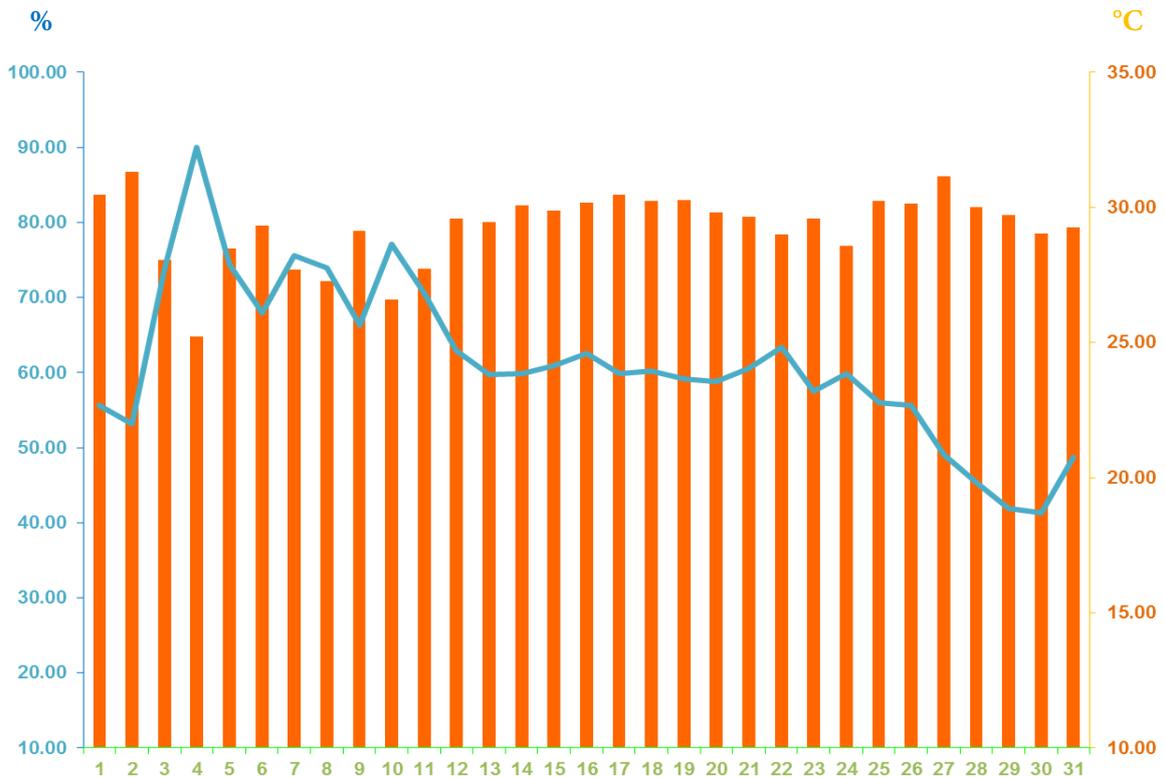
Figura 10. Temperatura y humedad relativa media mensual de 1992-2016



Fuente: CONAGUA, 2017.

Temperatura del aire
Humedad relativa

Figura 11. Temperatura del aire y humedad relativa exterior, agosto 2017



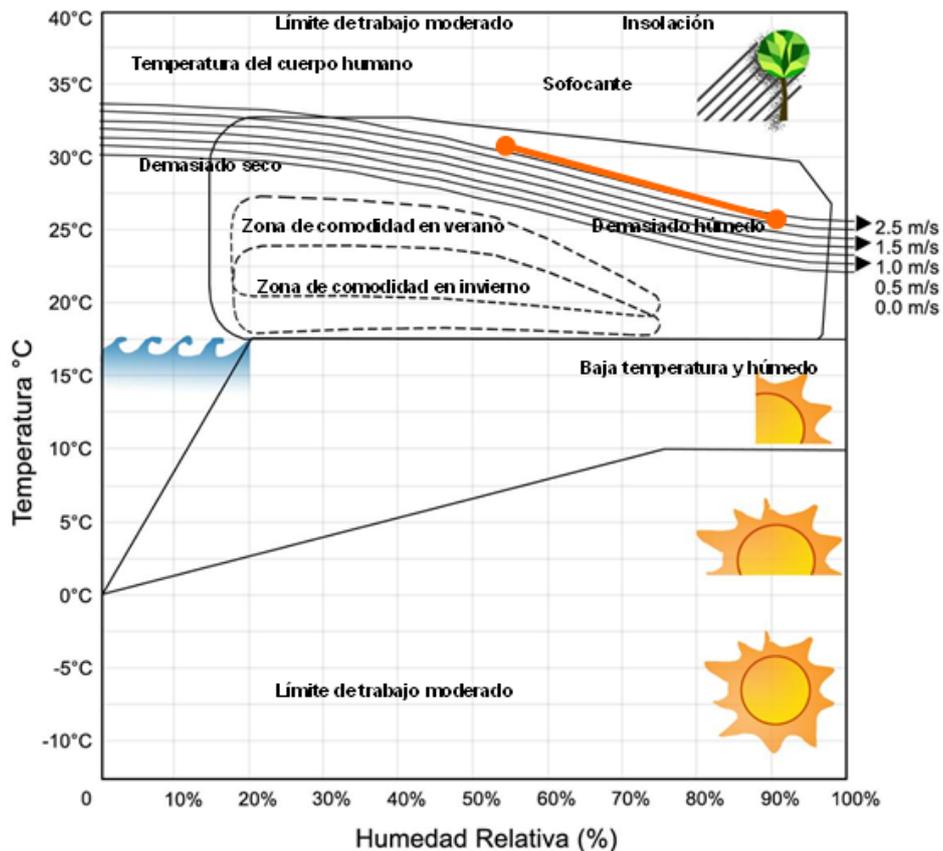
Fuente: Hobo U23 Pro v2.

Temperatura del aire
Humedad relativa

Temperatura media del aire 29.28°C
Humedad relativa media 61.35%

El diagrama bioclimático adaptativo de Nahmad, Moisés et al., (2005), extraído del libro de Lacomba, Ruth “Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable”, de la concepción básica de Olgay, Víctor es también para el exterior de la vivienda, se emplea para determinar la zona de comodidad a la intemperie de la vivienda residencial como se aprecia en la figura 12.

Figura 12. Diagrama bioclimático para determinar la temperatura y humedad relativa de Juárez, N.L.



Fuente: (NAHMAD, M. et al., 2005). Gráfico: Elaboración Propia.

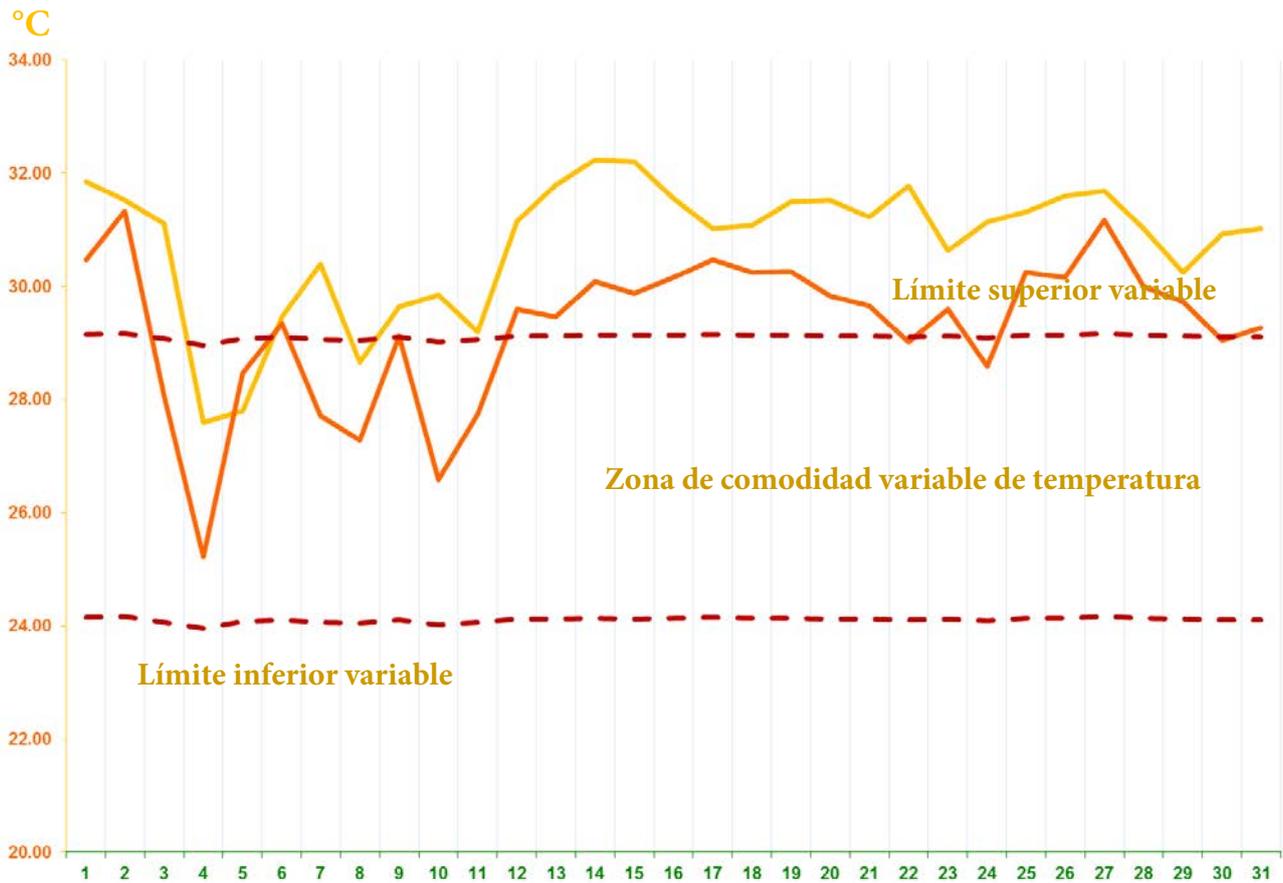
Agosto y su línea climática



T. Mínima con su correspondiente H. R.
25.22°C – 90.02%

T. Máxima con su correspondiente H. R.
31.32°C – 53.13%

Figura 13. Zona de comodidad variable de temperatura en recámara principal, agosto 2017



Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Microestación/datalogger H21.

Gráfico: Elaboración Propia.

Temperatura interior	Temperatura Exterior
Días comodidad de temperatura	3
Días demasía de temperatura	28
Días pérdida de temperatura	0
Temperatura media mensual interior	30.76°C
Temperatura media mensual exterior	29.28°C
Diferencia -	00.00°C
Diferencia +	54.35°C

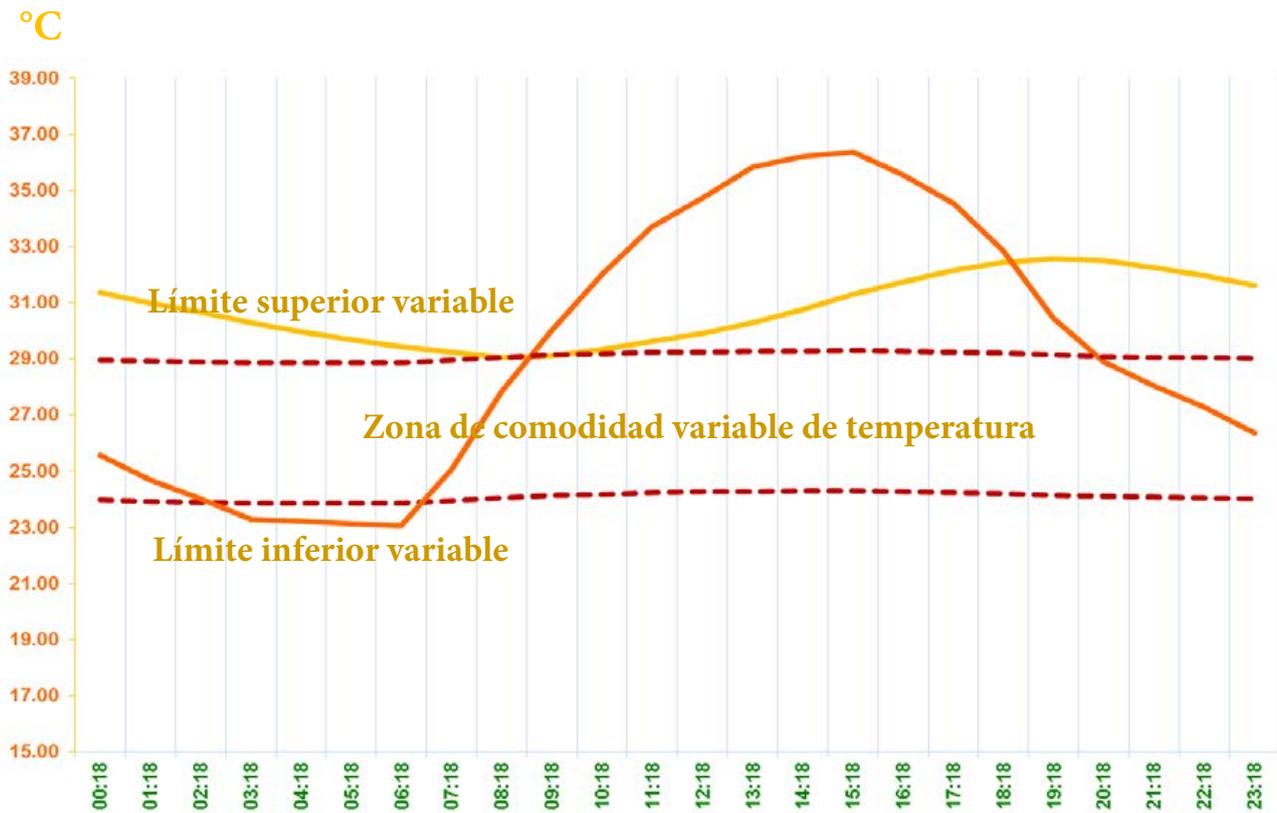
Tabla 1. Ambiente bioclimático en zona de comodidad
variable en recámara principal, agosto 2017

Días	Ambiente bioclimático	L. N. Humphreys	L. Inf. Variable	L. N. Variable	T. Int.	L. Sup. Variable	Dif-	Dif+	T. Ext.
1	Demasía	27.55	24.15	26.65	31.84	29.15	0.00	2.70	30.47
2	Demasía	27.55	24.17	26.67	31.52	29.17	0.00	2.35	31.32
3	Demasía	27.55	24.07	26.57	31.11	29.07	0.00	2.04	28.07
4	Comodidad	27.55	23.96	26.46	27.60	28.96	0.00	0.00	25.22
5	Comodidad	27.55	24.08	26.58	27.80	29.08	0.00	0.00	28.47
6	Demasía	27.55	24.11	26.61	29.46	29.11	0.00	0.34	29.34
7	Demasía	27.55	24.06	26.56	30.40	29.06	0.00	1.34	27.70
8	Comodidad	27.55	24.04	26.54	28.66	29.04	0.00	0.00	27.28
9	Demasía	27.55	24.10	26.60	29.63	29.10	0.00	0.53	29.13
10	Demasía	27.55	24.01	26.51	29.84	29.01	0.00	0.83	26.59
11	Demasía	27.55	24.06	26.56	29.19	29.06	0.00	0.13	27.74
12	Demasía	27.55	24.12	26.62	31.15	29.12	0.00	2.03	29.60
13	Demasía	27.55	24.11	26.61	31.79	29.11	0.00	2.68	29.46
14	Demasía	27.55	24.13	26.63	32.23	29.13	0.00	3.09	30.09
15	Demasía	27.55	24.13	26.63	32.21	29.13	0.00	3.08	29.88
16	Demasía	27.55	24.14	26.64	31.55	29.14	0.00	2.42	30.16
17	Demasía	27.55	24.15	26.65	31.02	29.15	0.00	1.87	30.47
18	Demasía	27.55	24.14	26.64	31.08	29.14	0.00	1.94	30.24
19	Demasía	27.55	24.14	26.64	31.49	29.14	0.00	2.35	30.26
20	Demasía	27.55	24.13	26.63	31.52	29.13	0.00	2.39	29.83
21	Demasía	27.55	24.12	26.62	31.22	29.12	0.00	2.10	29.66
22	Demasía	27.55	24.10	26.60	31.78	29.10	0.00	2.68	29.01
23	Demasía	27.55	24.12	26.62	30.63	29.12	0.00	1.51	29.60
24	Demasía	27.55	24.09	26.59	31.14	29.09	0.00	2.06	28.58
25	Demasía	27.55	24.14	26.64	31.31	29.14	0.00	2.17	30.25
26	Demasía	27.55	24.14	26.64	31.60	29.14	0.00	2.46	30.15
27	Demasía	27.55	24.17	26.67	31.68	29.17	0.00	2.51	31.16
28	Demasía	27.55	24.13	26.63	31.02	29.13	0.00	1.88	30.00
29	Demasía	27.55	24.12	26.62	30.25	29.12	0.00	1.13	29.73
30	Demasía	27.55	24.10	26.60	30.93	29.10	0.00	1.83	29.05
31	Demasía	27.55	24.11	26.61	31.01	29.11	0.00	1.91	29.26
							0.00	54.35	

Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Gráfico: Elaboración Propia.

Figura 14. Día típico en zona de comodidad variable de temperatura en recámara principal, agosto 2017



Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Tabla: Elaboración Propia.

Temperatura interior	Temperatura Exterior
Horas comodidad de temperatura	2
Horas demasía de temperatura	22
Horas pérdida de temperatura	0
Oscilación de temperatura interior	03.54°C
Oscilación de temperatura exterior	13.31°C
Diferencia -	00.00°C
Diferencia +	40.33°C

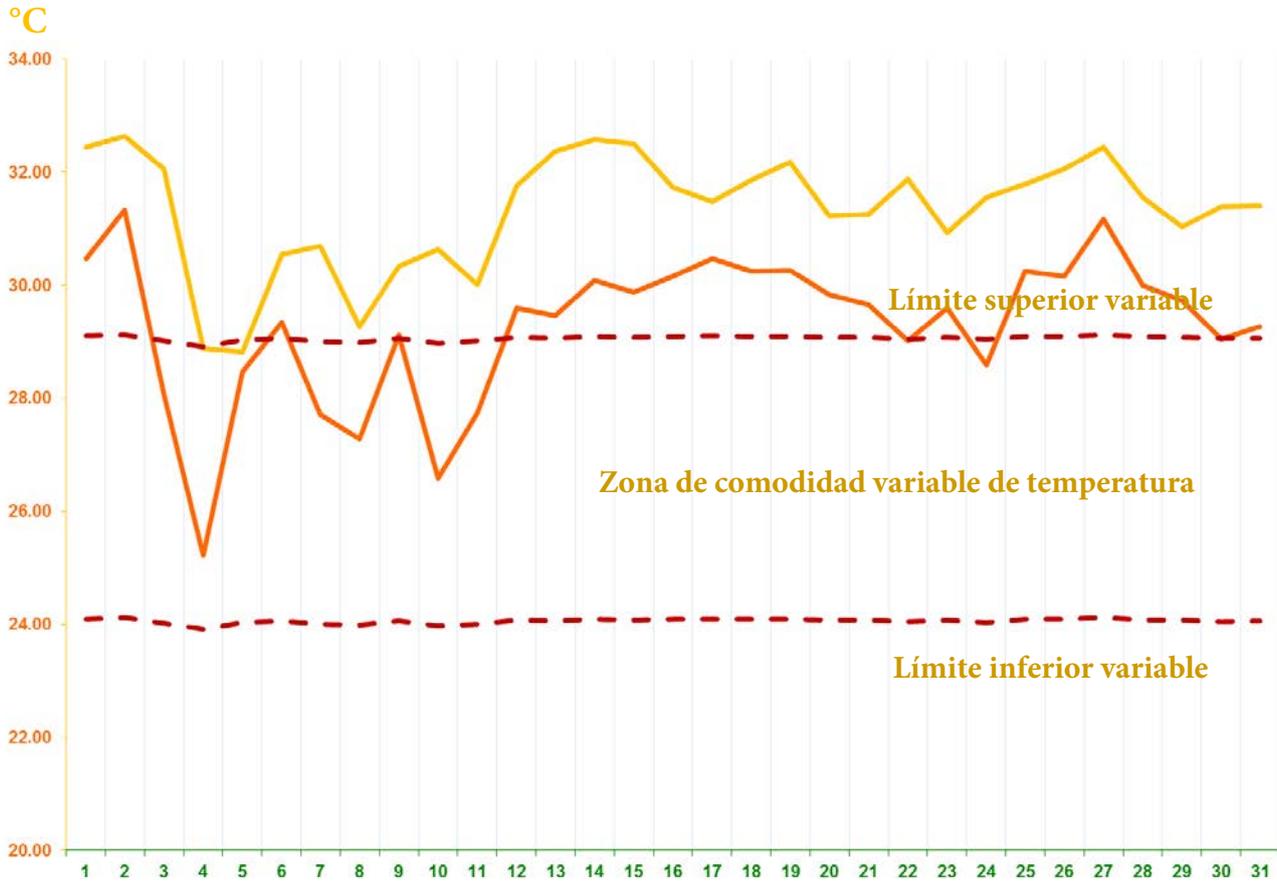
Tabla 2. Ambiente bioclimático del día típico en zona de comodidad
variable recámara principal, agosto 2017

Hora	Ambiente bioclimático	L. N. Humphreys	L. Inf. Variable	L. N. Variable	T. Int.	L. Sup. Variable	Dif -	Dif +	T. Ext.
00:18	Demasia	27.55	23.97	26.47	31.36	28.97	0.00	2.39	25.56
01:18	Demasia	27.55	23.93	26.43	31.00	28.93	0.00	2.06	24.69
02:18	Demasia	27.55	23.90	26.40	30.67	28.90	0.00	1.77	24.02
03:18	Demasia	27.55	23.87	26.37	30.30	28.87	0.00	1.43	23.30
04:18	Demasia	27.55	23.86	26.36	29.96	28.86	0.00	1.10	23.24
05:18	Demasia	27.55	23.86	26.36	29.68	28.86	0.00	0.82	23.14
06:18	Demasia	27.55	23.86	26.36	29.44	28.86	0.00	0.58	23.06
07:18	Demasia	27.55	23.95	26.45	29.23	28.95	0.00	0.28	25.07
08:18	Comodidad	27.55	24.06	26.56	29.04	29.06	0.00	0.00	27.85
09:18	Comodidad	27.55	24.13	26.63	29.10	29.13	0.00	0.00	30.04
10:18	Demasia	27.55	24.19	26.69	29.34	29.19	0.00	0.15	32.04
11:18	Demasia	27.55	24.23	26.73	29.63	29.23	0.00	0.39	33.72
12:18	Demasia	27.55	24.26	26.76	29.92	29.26	0.00	0.66	34.73
13:18	Demasia	27.55	24.28	26.78	30.28	29.28	0.00	1.00	35.83
14:18	Demasia	27.55	24.29	26.79	30.75	29.29	0.00	1.46	36.21
15:18	Demasia	27.55	24.29	26.79	31.31	29.29	0.00	2.02	36.37
16:18	Demasia	27.55	24.28	26.78	31.76	29.28	0.00	2.48	35.55
17:18	Demasia	27.55	24.25	26.75	32.15	29.25	0.00	2.89	34.54
18:18	Demasia	27.55	24.21	26.71	32.44	29.21	0.00	3.23	32.84
19:18	Demasia	27.55	24.14	26.64	32.58	29.14	0.00	3.44	30.44
20:18	Demasia	27.55	24.10	26.60	32.52	29.10	0.00	3.42	28.90
21:18	Demasia	27.55	24.07	26.57	32.26	29.07	0.00	3.19	28.03
22:18	Demasia	27.55	24.04	26.54	31.97	29.04	0.00	2.93	27.27
23:18	Demasia	27.55	24.00	26.50	31.62	29.00	0.00	2.61	26.36
							0.00	40.33	

Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Gráfico: Elaboración Propia.

Figura 15. Zona de comodidad variable de temperatura en galería de arte, agosto 2017



Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Gráfico: Elaboración Propia.

Temperatura interior	Temperatura Exterior
Días comodidad de temperatura	2
Días demasía de temperatura	29
Días pérdida de temperatura	0
Temperatura media mensual interior	31.33°C
Temperatura media mensual exterior	29.28°C
Diferencia -	00.00°C
Diferencia +	59.34°C

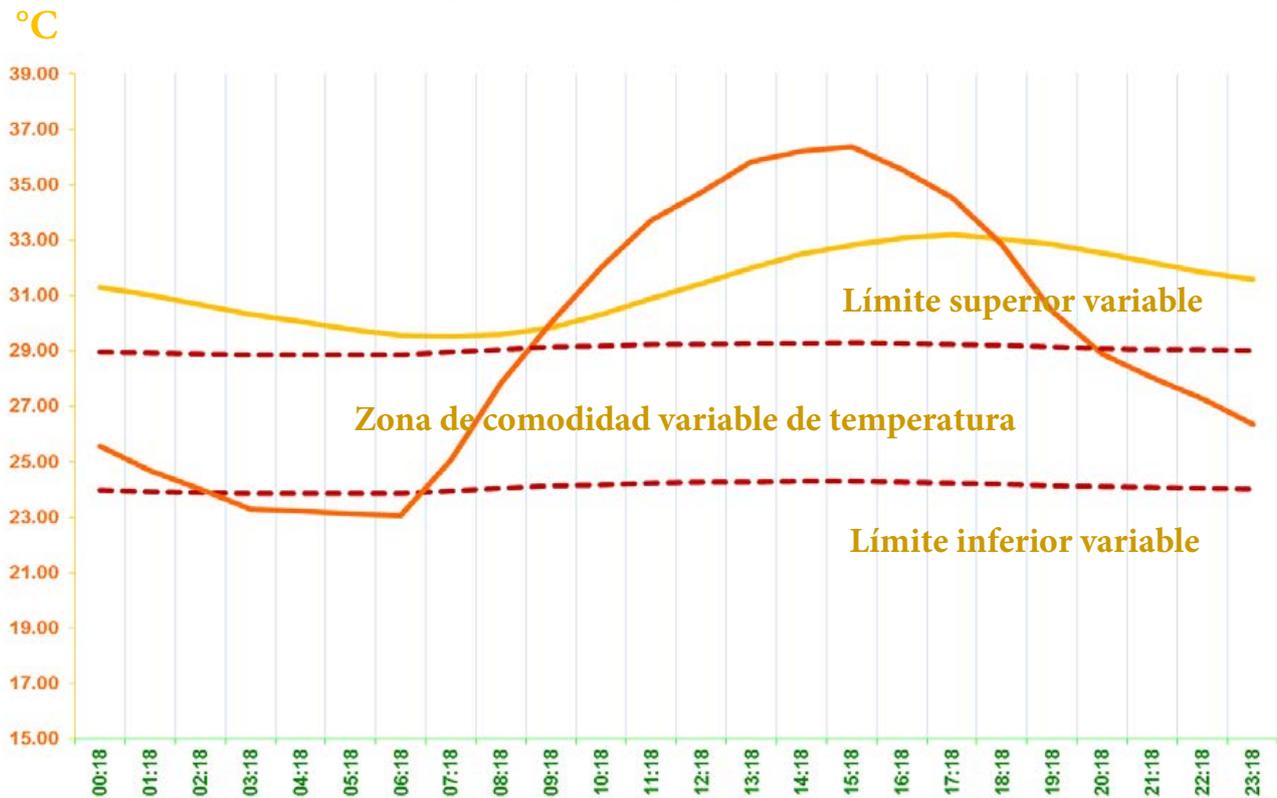
Tabla 3. Ambiente bioclimático en zona de comodidad variable
en galería de arte, agosto 2017

Días	Ambiente bioclimático	L. N. Humphreys	L. Inf. Variable	L. N. Variable	T. Int.	L. Sup. Variable	Dif-	Dif+	T. Ext.
1	Demasia	27.55	24.15	26.65	32.44	29.15	0.00	3.29	30.47
2	Demasia	27.55	24.17	26.67	32.63	29.17	0.00	3.46	31.32
3	Demasia	27.55	24.07	26.57	32.06	29.07	0.00	2.99	28.07
4	Comodidad	27.55	23.96	26.46	28.88	28.96	0.00	0.00	25.22
5	Comodidad	27.55	24.08	26.58	28.82	29.08	0.00	0.00	28.47
6	Demasia	27.55	24.11	26.61	30.54	29.11	0.00	1.43	29.34
7	Demasia	27.55	24.06	26.56	30.69	29.06	0.00	1.64	27.70
8	Demasia	27.55	24.04	26.54	29.26	29.04	0.00	0.00	27.28
9	Demasia	27.55	24.10	26.60	30.34	29.10	0.00	0.00	29.13
10	Demasia	27.55	24.01	26.51	30.63	29.01	0.00	0.00	26.59
11	Demasia	27.55	24.06	26.56	30.01	29.06	0.00	0.00	27.74
12	Demasia	27.55	24.12	26.62	31.76	29.12	0.00	0.00	29.60
13	Demasia	27.55	24.11	26.61	32.37	29.11	0.00	0.00	29.46
14	Demasia	27.55	24.13	26.63	32.58	29.13	0.00	3.45	30.09
15	Demasia	27.55	24.13	26.63	32.49	29.13	0.00	3.37	29.88
16	Demasia	27.55	24.14	26.64	31.72	29.14	0.00	2.59	30.16
17	Demasia	27.55	24.15	26.65	31.47	29.15	0.00	2.32	30.47
18	Demasia	27.55	24.14	26.64	31.86	29.14	0.00	2.73	30.24
19	Demasia	27.55	24.14	26.64	32.17	29.14	0.00	3.04	30.26
20	Demasia	27.55	24.13	26.63	31.23	29.13	0.00	2.10	29.83
21	Demasia	27.55	24.12	26.62	31.26	29.12	0.00	2.14	29.66
22	Demasia	27.55	24.10	26.60	31.88	29.10	0.00	2.78	29.01
23	Demasia	27.55	24.12	26.62	30.93	29.12	0.00	1.81	29.60
24	Demasia	27.55	24.09	26.59	31.54	29.09	0.00	2.46	28.58
25	Demasia	27.55	24.14	26.64	31.80	29.14	0.00	2.66	30.25
26	Demasia	27.55	24.14	26.64	32.06	29.14	0.00	2.92	30.15
27	Demasia	27.55	24.17	26.67	32.44	29.17	0.00	3.27	31.16
28	Demasia	27.55	24.13	26.63	31.55	29.13	0.00	2.41	30.00
29	Demasia	27.55	24.12	26.62	31.04	29.12	0.00	1.91	29.73
30	Demasia	27.55	24.10	26.60	31.38	29.10	0.00	2.28	29.05
31	Demasia	27.55	24.11	26.61	31.41	29.11	0.00	2.30	29.26
							0.00	59.34	

Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Gráfico: Elaboración Propia.

Figura 16. Día típico en zona de comodidad variable de temperatura en galería de arte, agosto 2017



Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2. Tabla Elaboración Propia.

Temperatura interior	Temperatura Exterior
Horas comodidad de temperatura	0
Horas demasía de temperatura	24
Horas pérdida de temperatura	0
Oscilación de temperatura interior	03.70°C
Oscilación de temperatura exterior	13.30°C
Diferencia -	00.00°C
Diferencia +	53.90°C

Tabla 4. Ambiente bioclimático del día típico en zona de comodidad variable de la galería de arte, agosto 2017

Hora	Ambiente bioclimático	L. N. Humphreys	L. Inf. Variable	L. N. Variable	T. Int.	L. Sup. Variable	Dif -	Dif +	T. Ext.
00:18	Demasía	27.55	23.97	26.47	31.30	28.97	0.00	2.33	25.56
01:18	Demasía	27.55	23.93	26.43	31.00	28.93	0.00	2.07	24.69
02:18	Demasía	27.55	23.90	26.40	30.66	28.90	0.00	1.76	24.02
03:18	Demasía	27.55	23.87	26.37	30.33	28.87	0.00	1.47	23.30
04:18	Demasía	27.55	23.86	26.36	30.05	28.86	0.00	1.19	23.24
05:18	Demasía	27.55	23.86	26.36	29.77	28.86	0.00	0.91	23.14
06:18	Demasía	27.55	23.86	26.36	29.56	28.86	0.00	0.70	23.06
07:18	Demasía	27.55	23.95	26.45	29.52	28.95	0.00	0.57	25.07
08:18	Demasía	27.55	24.06	26.56	29.60	29.06	0.00	0.54	27.85
09:18	Demasía	27.55	24.13	26.63	29.86	29.13	0.00	0.73	30.04
10:18	Demasía	27.55	24.19	26.69	30.33	29.19	0.00	1.14	32.04
11:18	Demasía	27.55	24.23	26.73	30.90	29.23	0.00	1.67	33.72
12:18	Demasía	27.55	24.26	26.76	31.44	29.26	0.00	2.18	34.73
13:18	Demasía	27.55	24.28	26.78	32.00	29.28	0.00	2.72	35.83
14:18	Demasía	27.55	24.29	26.79	32.49	29.29	0.00	3.20	36.21
15:18	Demasía	27.55	24.29	26.79	32.82	29.29	0.00	3.53	36.37
16:18	Demasía	27.55	24.28	26.78	33.09	29.28	0.00	3.81	35.55
17:18	Demasía	27.55	24.25	26.75	33.19	29.25	0.00	3.94	34.54
18:18	Demasía	27.55	24.21	26.71	33.05	29.21	0.00	3.84	32.84
19:18	Demasía	27.55	24.14	26.64	32.85	29.14	0.00	3.70	30.44
20:18	Demasía	27.55	24.10	26.60	32.54	29.10	0.00	3.44	28.90
21:18	Demasía	27.55	24.07	26.57	32.18	29.07	0.00	3.11	28.03
22:18	Demasía	27.55	24.04	26.54	31.82	29.04	0.00	2.78	27.27
23:18	Demasía	27.55	24.00	26.50	31.58	29.00	0.00	2.57	26.36
							0.00	53.90	

Fuente: Valores interiores Hobo N° 4. Valores exteriores Hobo U23 Pro v2.

Gráfico: Elaboración Propia.

5 Conclusiones

Con relación al ambiente del entorno bioclimático de la vivienda residencial se determinó por la valoración climatológica de los últimos 25 años, que agosto con una temperatura media de 30.47°C, es el mes crítico en verano. La tendencia lineal en el Municipio de Juárez, Nuevo León es de 0.48°C.

En la recámara principal al interior expone una temperatura media más baja de 30.76°C y la galería de arte 31.33°C por encontrarse en la planta alta. La galería de arte está en mayor contacto con los muros y principalmente la losa de azotea. La amplitud

térmica máxima en la galería de arte en el mes de agosto es de 03.66°C y la mínima de 00.35°C. La amplitud térmica máxima en la recámara principal en el mes de agosto es de 03.25°C y la mínima de 00.12°C.

En el mes de agosto en la galería de arte la diferencia + acumula 59.34°C y en la recámara principal una diferencia + de 54.35°C. Por lo tanto la galería de arte muestra 2 días de comodidad y 29 en demasía y la recámara principal 3 días de comodidad y 28 de demasía.

El día típico en la galería de arte en el mes de agosto manifiesta un diferencia + de 53.90°C y en la recámara principal acumula una diferencia + de 40.33°C. El día típico en la recámara principal presenta 24 horas de demasía y en la galería de arte solamente 2 horas en comodidad.

La oscilación de temperatura al interior en la galería de arte en el día típico del mes de agosto es de 03.70°C y la exterior de 13.30°C en la recámara principal la oscilación de temperatura al interior es de 03.54°C.

En lo conclusivo se confirma que en su ambiente bioclimático no es positivo por las soluciones constructivas que adopta la vivienda residencial del Municipio de Juárez, Nuevo León. Se determina que al exterior al tener temperaturas más bajas que el interior de la vivienda estudio de caso, se recomienda mayor ventilación con aberturas en la parte superior para que por convección sea más fresca y proponer algunos elementos constructivos de aireación más efectivos para mitigar la aglomeración de temperatura.

Con respecto al emplazamiento de la vivienda residencial lo que afecta principalmente, con relación al entorno bioclimático es que con respecto a la orientación Este la vegetación presenta follajes tupidos y con el sereno del rocío que recibe por las noches esta crea demasiada humedad relativa al ambiente interior de la residencia por lo vientos reinantes. Y el acumulamiento de la temperatura del lado Oeste que por el contrario no presenta vegetación alguna solamente césped raso, es por lo que la abundancia de altas temperaturas no benefician al interior de la vivienda residencial, con respecto a la diferencia + térmica.

Se concluye que el ambiente bioclimático de la vivienda residencial en Juárez Nuevo León y sus tecnologías solares pasivas son capaces de convertir la luz del sol en calor utilizable, producir movimientos de aire para ventilar o enfriar, o almacenar ese calor para uso futuro sin la necesidad de ningún equipamiento eléctrico o mecánico. El uso correcto de estas tecnologías hará que el entorno de una vivienda residencial se mantenga a una temperatura agradable, por medio del Sol, durante todos los días del año.

La arquitectura pasiva es sólo una pequeña parte de la vivienda bioclimática energéticamente eficiente, que a su vez, constituyen otra parte del diseño sostenible. La residencia ecológica en Juárez Nuevo León ahorra energía, agua y recursos limitando la contaminación tanto en el interior como en el exterior. De forma similar, la vivienda autosuficiente aprovecha recursos como el agua de lluvia, la energía solar o la eólica,

para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y fuentes intermedias de energía. Muchas veces se construyen partiendo de materiales reciclados para reducir el consumo de energía en la construcción.

Teniendo en cuenta la climatología local de Juárez Nuevo, León la vivienda conserva un emplazamiento idóneo con respecto a la orientación, de forma que recibe la mayor cantidad de radiación solar anual, evitando sombras en invierno y protegiéndola del exceso de radiación en verano. También se pueden utilizar técnicas basadas en recubrimientos vegetal, pero, la vivienda residencial estudio de caso en Juárez Nuevo León su afectación es el mismo emplazamiento con respecto a la vegetación abundante perenne y caduca que son Las plantas herbáceas son aquellas que no forman tejido leñoso permanente. En climas cálidos pueden crecer continuamente. En climas estacionales, su patrón de desarrollo se adapta a la estación de crecimiento como se observa en el la figura 17.

Figura 17. Ambiente bioclimático con respecto a la orientación y su vegetación de la vivienda residencial

Lado Este vegetación tupida



Lado Oeste con falta de vegetación



Fuente: Elaboración Propia.

En regiones como Juárez Nuevo, León de clima más fresco crecen y florecen generalmente durante la estación cálida del año y el follaje muere cada invierno. El nuevo crecimiento se produce a partir de su tejido fino o rizoma existente más que de su semilla, como sucede con las anuales y las bienales. En algunos casos, estas plantas perennes pueden conservar su follaje todo el año, incluso en climas estacionales.

La forma de la residencia y su envolvente determinan la cantidad de superficie expuesta a la radiación solar, ajustando ésta a las necesidades deseadas. Las propiedades de los materiales de construcción elegidos sirven para regular la absorción, reflexión o transmisión de la energía captada.

La utilización de elementos naturales como árboles y plantas puede resultar útil para crear zonas de refrescamiento en verano y un escudo de protección del viento en invierno. Aunque no se clasifique dentro de las tecnologías solares pasivas, el uso de materiales aislantes térmicos se utiliza con frecuencia para reducir las pérdidas o las ganancias no deseadas de calor.

Agradecimiento

Agradezco la Autorización del Convenio Marco de Cooperación Académica del Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior que suscribió la Dirección General de Educación Superior Universitaria con la Universidad Autónoma de Tamaulipas para la realización de la Estancia Corta de Investigación que actualmente cumplo en el Municipio de Juárez, Nuevo León.

Referencias bibliográficas

- CLAUDE, Sophie; GINESTET, Stephane; BONHOMME, Marion; MOULENE, Nicolas; ESCADEILLAS, Gilles. The Living Lab methodology for complex environments: Insights from the thermal refurbishment of a historical district in the city of Cahors, France. *Energy Research & Social Science*, v. 32, p. 121-130, 2017.
- CONAGUA. *Climatología de Monterrey, México*. Comisión Nacional del Agua, 2017. Recuperado el 10 de febrero 2017. Disponible en: <<http://smn.cna.gob.mx>>.
- ELIOPOULOU, Eftychia; MANTZIOU, Eleni. Architectural Energy Retrofit (AER): An alternative building's deep energy retrofit strategy. *Energy and Buildings*, v. 150, p. 239-252, 2017.
- KHOSRAVANI, Hamid R.; DEL MAR CASTILLA, Maria; BERENGUEL, Manuel; RUANO, Antonio E.; FERREIRA, Pedro M. A Comparison of Energy Consumption Prediction Models Based on Neural Networks of a Bioclimatic Building. *Energies*, v. 1, n. 9, 2016. Doi: <https://doi.org/10.3390/en9010057>
- KINNANE, Oliver; GREY, Tom; DYER, Mark. Adaptable housing design for climate change adaptation. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability*, v. 170, p. 249-267, 2017.
- LANTITSOU, K. I.; PANAGIOTAKIS, G. D. Thermal analysis of residencies based on solar design principles - a case study in Thessaloniki, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, v. 26, n. 2, p. 1254-1262, 2017.
- LAZOVIC, Zoran; GRBIC, Milena; DJOKIC, Vladan. The dissociation from the Giddens paradox in housing architecture in Serbia. *Energy and Clean Technologies Conference Proceedings*, v. II, p. 615-622, 2016.
- LENZHOLZER, Sanda; BROWN, Robert D. Climate-responsive landscape architecture design education. *Journal of Cleaner Production*, v. 61, p. 89-99, 2013.
- LI, Yanling; BABCOCK, Roger W., Jr.. Green roofs against pollution and climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 34, p. 695-705, 2014.
- MAZHAR, Naveed; BROWN, Robert D.; KENNY, Natasha; LENZHOLZER, Sanda. Thermal comfort of outdoor spaces in Lahore, Pakistan: Lessons for bioclimatic urban design in the context of global climate change. *Landscape and Urban Planning*, v. 138, p. 110-117, 2015.
- MILLWARD, Andrew A.; TORCHIA, Melissa; LAURSEN, Andrew E.; ROTHMAN, Lorne D. Vegetation Placement for Summer Built Surface Temperature Moderation in an Urban Microclimate. *Environmental Management*, v. 53, p. 1043-1057, 2014.
- OCHOA, J. Manuel; MARINCIC, Irene. Características del material vegetal útiles en el diseño microclimático del paisaje urbano. ENCAC-COTEDI 2003. *VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba* - PR, Brasil. 2003.
- PAJEK, Luka; KOSIR, Mitja. Implications of present and upcoming changes in bioclimatic potential for energy performance of residential buildings. *Building and Environment*, v. 127, p. 157-172, 2018.

PATIDAR, Sandhya; JENKINS, David; BANFILL, Phil; GIBSON, Gavin. Simple statistical model for complex probabilistic climate projections: Overheating risk and extreme events. *Renewable Energy*, v. 61, p. 23-28, 2014.

PEREZ GALASO, Jose Luis; DE GUEVARA LOPEZ, Isidro Ladron; BONED PURKISS, Javier. The influence of microclimate on architectural projects: a bioclimatic analysis of the single-family detached house in Spain's Mediterranean climate. *Energy Efficiency*, v. 9, n. 3, p. 621-645, 2016.

PERINI, Katia; MAGLIOCCO, Adriano. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 13, p. 495-506, 2014.

PICA, Valentina; JOSE GARCIA-PULIDO, Luis. Bioclimatic behaviour of traditional domestic buildings in the Mediterranean basin. *Some cases of study. Ricerche di Storia dell Arte*, v. 112, p. 67-105, 2014.

RORIZ, Mauricio. *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Urna hipótese de modelo adaptativo*. ENCAC-COTEDI, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil. 2003.

SALKINI, Hadya; GRECO, Laura; LUCENTE, Roberta. towards adaptive residential buildings traditional and contemporary scenarios in bioclimatic design (the case of Aleppo). International High-Performance Built Environment Conference - *A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series*, v. 180, p. 1083-1092, 2017.

SINGH, Manoj Kumar; MAHAPATRA, Sadhan; ATREYA, S. K. Thermal performance study and evaluation of comfort temperatures in vernacular buildings of North-East India. *Building and Environment*, v. 45, n. 2, p. 320-329, 2010.

SINGH, Manoj Kumar; MAHAPATRA, Sadhan; ATREYA, S. K. Solar passive features in vernacular architecture of North-East India. *Solar Energy*, v. 85, p. 2011-2022, 2011.

SODOUDI, Sahar; SHAHMOHAMADI, Parisa; VOLLACK, Ken; CUBASCH, Ulrich; Che-Ani, A. I. Mitigating the Urban Heat Island Effect in Megacity Tehran. *Advances in Meteorology*, v. 2014, Article ID 547974, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/547974>

STAINES OROZCO, Elidé. *Opciones de adecuación al clima*. Editorial Cigome. S.A. de C.V. Toluca, Estado de México. México, 2017.

TALBOURDET, Fabien; MICHEL, Pierre; ANDRIEUX, Franck; MILLET, Jean-Robert; EL MANKIBI, Mohamed; VINOT, Benoit. A knowledge-aid approach for designing high-performance buildings. *Building Simulation*, v. 6, n. 4, p. 337-350, 2013.

TALEGHANI, Mohammad; TENPIERIK, Martin; VAN DEN DOBBELSTEEN, Andy; SAILOR, David J. Heat mitigation strategies in winter and summer: Field measurements in temperate climates. *Building and Environment*, v. 81, p. 309-319, 2014.

VELASCO MARTINEZ, B. N. del C.; GARCIA CHÁVEZ, J. R.; MATSUMOTO KUWABARA, Y. Analysis and evaluation of bioclimatic systems to characterize their performance in experimental modules. *CISBAT 2017 International Conference Future Buildings & Districts - Energy Efficiency from Nano to Urban Scale*, v. 122, p. 1094-1099, 2017.