

EHDaP: herramienta informática para el procesamiento de datos en estudios de habitabilidad ambiental

EHDaP: Environmental Habitability Data Processor

Recibido: julio 7 / 2023 • Evaluado: octubre 6 / 2023 • Aceptado: noviembre 11 / 2024

CÓMO CITAR

Rincón-Martínez, J. C. (2025). EHDaP: herramienta informática para el procesamiento de datos en estudios de habitabilidad ambiental. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(1), 177-194. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5365>

Julio César Rincón-Martínez*

Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada (México)
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño

RESUMEN

En investigaciones relacionadas con la habitabilidad ambiental, la inversión de recursos humanos, tecnológicos, económicos y de temporalidad depositados en la etapa de análisis de datos puede ser onerosa, pues depende directamente del *software* y el método estadístico que se utilicen, así como de la cantidad de variables físicas y votos subjetivos de confort por correlacionar. El Environmental Habitability Data Processor (EHDaP) es una herramienta informática configurada para procesar, de forma sencilla y eficiente, los datos de estudios de habitabilidad ambiental, a partir de tres métodos de correlación: regresión lineal simple, medias por intervalos de sensación térmica y ANSI/ASHRAE 55. Su diseño se basa en la configuración de un libro de cálculo que utiliza simultáneamente funciones, gráficos y macros para correlacionar numérica y gráficamente las variables. Para ello, una vez que el analista introduce la base de datos, la herramienta la procesa sistemáticamente a partir de tres fases: tratamiento de la base de datos, correlación de las variables y estimación de indicadores ambientales. Lo anterior sugiere una eficiencia importante en los recursos empleados para el procesamiento de datos, permitiendo enfocarse en la metodología del estudio y la consolidación de la base de datos recabada. Los resultados que se obtienen con el EHDaP presentan una alta confiabilidad al contrastarse con los obtenidos en investigaciones recientes que emplean los métodos antes mencionados.

Palabras clave

datos estadísticos; estadísticas ambientales; herramienta científica; indicadores ambientales; procesamiento de datos

ABSTRACT

The human, technological, financial, and time resources required to perform data analysis in environmental habitability studies can be onerous, due to the software, analysis method, and variables considered. The Environmental Habitability Data Processor (EHDaP) is a computer tool that processes the environmental habitability studies' data in a simple and efficient way, based on three correlation methods: Simple linear regression, average by thermal sensation intervals and ANSI/ASHRAE 55. It is configured in spreadsheets based on functions, graphs and macros that allow to systematically correlate environmental variables with comfort votes from three analysis stages: Treatment of atypical data, correlation of variables and estimation of indicators and environmental models. The use of this computer tool offers significant efficiency in the resources used for data processing, allowing researchers a greater focus and dedication in the methodology used and the database consolidation. The EHDaP reliability has been demonstrated in recent thermal comfort research, since the results obtained are similar to those obtained manually using the different analysis methods.

Keywords

data processing; scientific equipment; environmental indicators; environmental statistics; statistical data

✱ Arquitecto, Universidad Tecnológica de México. Ciudad de México (México).
Maestría y doctorado en Arquitectura Bioclimática, Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México (México).
Profesor-investigador de tiempo completo, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California (México) (<https://ror.org/05xwcq167>). Investigaciones sobre Arquitectura bioclimática y confort térmico.
📄 <https://scholar.google.com/citations?user=Un0eFwEAAAAJ&hl=es>
🔗 <https://orcid.org/0000-0002-1946-3609>
✉ julio.rincon@uabc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

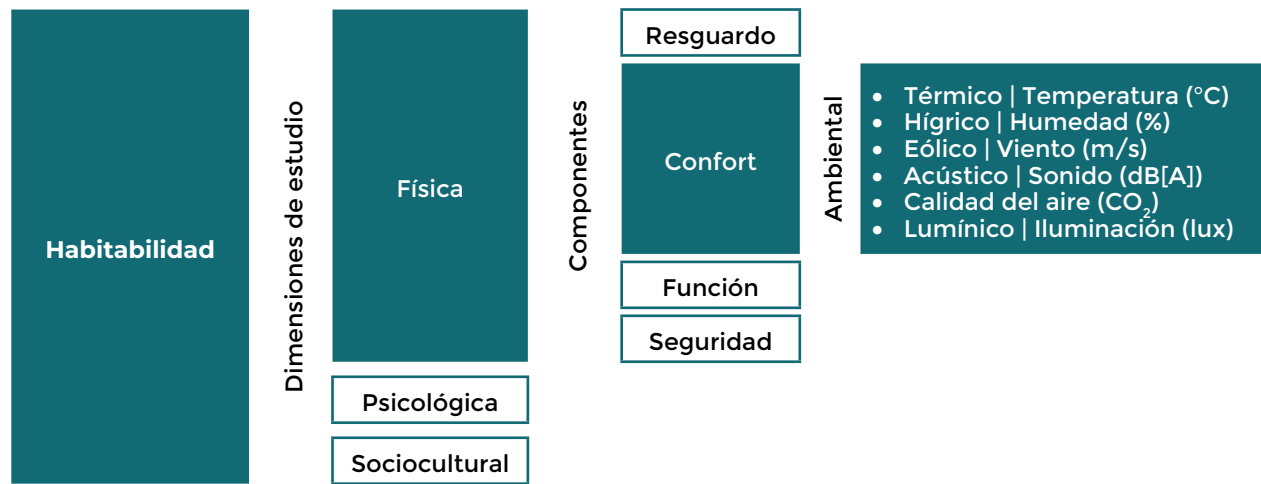
La habitabilidad es una de las características ineludibles en los espacios arquitectónicos y urbanos para garantizar un desarrollo pleno de las personas. Según Valladares et al. (2015) y Castro et al. (2001), este concepto se puede entender como la capacidad de los espacios para satisfacer las necesidades físicas y subjetivas que las personas requieren para su desarrollo físico, psicológico y sociocultural. De forma particular, la habitabilidad física de un espacio aborda el resguardo, el confort, la función y la seguridad que los usuarios demandan para garantizar su desarrollo pleno (Tabla 1).

De acuerdo con Villaseñor Corona et al. (2021) y Valladares et al. (2015), las características que favorecen la habitabilidad —individual o colectiva (social)— de un espacio se pueden clasificar en tres dimensiones: la física, la psicológica y la sociocultural. A este respecto, Páramo y Burbano (2013) mencionan que el

espacio puede analizarse desde diferentes perspectivas, una de ellas, la físico-ambiental, la cual se refiere a los indicadores de variables ambientales que un espacio debe presentar para contribuir en el desarrollo de las personas: temperatura, humedad relativa, viento, sonido, calidad del aire e iluminación, por mencionar algunas (Tabla 1).

En este tenor, Villaseñor Corona et al. (2021) destacan la importancia de la habitabilidad ambiental como una característica esencial en el diseño y la configuración de los espacios, dirigida a responder a las necesidades de quienes los utilizan. Asimismo, Izquierdo Ramírez y López Cervantes (2018) mencionan que, además de lo social y lo psicológico, la dimensión físico-ambiental de la habitabilidad es el elemento que configura la confortabilidad del espacio para proveer salud, bienestar y satisfacción a sus habitantes.

Tabla 1. Esquema general de la habitabilidad y sus dimensiones de estudio: un enfoque en su componente físico-ambiental



Fuente: elaboración propia a partir de Villaseñor Corona et al. (2021), Valladares et al. (2015) y Páramo & Burbano (2013).

Valladares et al. (2015) mencionan que la habitabilidad de un espacio está en función del grado de confort ambiental que perciban las personas durante su uso, ya sea de forma permanente o eventual. Así, según estos autores, sea un espacio interior, de transición o exterior que presente actividad humana, debe ofrecer las condiciones de habitabilidad necesarias que favorezcan el desarrollo pleno de sus habitantes.

Alrededor del globo son múltiples los estudios enfocados a estimar, individual o conjuntamente, los indicadores y los modelos ambientales dirigidos a contribuir con la habitabilidad física de los espacios arquitectónicos o urbanos (Buonocore et al., 2020; Rincón, 2019;

Jindal, 2018; Garfias & Guzmán, 2018; Páramo et al., 2016; Mishra & Ramgopal, 2015; Mayorga, 2012; Casals-Tres et al., 2011; López, et al., 2009; Humphreys et al., 2007; Hernández & Gómez, 2007; Gómez-Azpeitia et al., 2007; Boerstra et al., 2002; Bravo & González, 2001; Auliciems & de Dear, 1998; Auliciems, 1981).

Cuando estos estudios trabajan con las bases metodológicas del enfoque adaptativo, es decir, observando y evaluando a los sujetos de estudio en su hábitat natural bajo condiciones reales de adaptación, se suelen generar bases de datos extensas. Estas bases de datos se conforman, por un lado, con los votos de confort —percepción que los sujetos refieren de cada una de las variables ambientales del entorno

inmediato, a partir de una escala subjetiva de sensación y/o preferencia, en cada caso—, y, por otro, con la magnitud de las variables físicas del entorno utilizando instrumentos de medición especializados.

Así, el procesamiento de datos consiste, en términos generales, en estimar indicadores y modelos ambientales a partir de la correlación de cada voto de confort con la magnitud de la variable ambiental registrada en simultáneo, utilizando métodos estadísticos (Buonocore et al., 2020; Loomans et al., 2020; Liu et al., 2019; Rincón, 2019; Mishra, 2018; Jindal, 2018; Mayorga, 2012; Bravo & González, 2001), métodos sugeridos en la estandarización internacional (Ji et al., 2020; Wang et al., 2020; Cheung et al., 2019; Földváy-Ličina et al., 2018) o, en algunos casos, algoritmos de aprendizaje (Luo et al., 2020; Montazami et al., 2017) o *software* especializado para el procesamiento de datos.

El procesamiento de datos requiere una inversión importante de recursos humanos, técnicos, tecnológicos, económicos y de temporalidad que permitan analizar sistémica y sistemáticamente la base de datos recabada en el trabajo de campo. De esta manera, no tendría sentido ser cuidadosos en la recaudación de datos durante el trabajo de campo—empleando metodologías con alto grado de certidumbre y rigurosidad—, si durante el procesamiento y el análisis de estos se aplica un grado más laxo de rigor, pues el objetivo último de este tipo de estudios es estimar indicadores y modelos ambientales que contribuyan puntualmente con el confort ambiental de un espacio, en correspondencia con las condiciones ambientales que este presenta, a partir de un procesamiento asertivo de datos que considere, al menos, las siguientes etapas de análisis: tratamiento, correlación, graficación e interpretación de los datos. En este sentido, es posible identificar que esta etapa del estudio corresponda con la fase intelectual más representativa de la investigación.

La habitabilidad, según Valladares et al. (2015), se mide a través de indicadores que, para ANSI/ASHRAE 55 (2023), en el contexto térmico, se jerarquizan por la temperatura radiante, la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento, por poner un ejemplo. A este respecto, Hernández (2009) concibe al indicador como “[...] una variable [...] que debe de ser fácilmente comprensible y evaluable por la totalidad de los ciudadanos” (p. 89).

METODOLOGÍA

La EHDaP fue diseñada, programada y puesta en marcha por personal académico que trabaja temas relacionados con la habitabilidad de los espacios y el confort térmico, entre otros. Para

Así, se da paso a la presentación de la herramienta informática denominada *Environmental Habitability Data Processor* (EHDaP, por sus iniciales en inglés), la cual ha sido configurada para ofrecer indicadores ambientales a partir del procesamiento, sencillo y eficiente, de los datos recabados en estudios de habitabilidad ambiental o estudios afines (confort térmico, confort acústico, confort lumínico, etc.), que, aplicando las bases metodológicas del enfoque adaptativo, hayan conformado una base de datos mediante la herramienta informática de encuestas en las que se concentre la valoración subjetiva que los sujetos perciben de su ambiente inmediato y el registro simultáneo de las variables ambientales que en él se presentan. Lo anterior, a partir de un procesamiento automatizado basado en el análisis simultáneo de los datos con tres métodos de correlación: regresión lineal simple (Cardona et al., 2013; Kelmansky, 2010), medias por intervalos de sensación térmica (Rincón, 2023; Gómez-Azpeitia et al., 2007) y, para el caso específico de indicadores térmicos, el método de ANSI/ASHRAE 55 (2023).

De esta manera, los resultados numéricos posibles que se obtendrían con la EHDaP son indicadores ambientales que derivan de la correlación directa de los votos subjetivos de confort y la magnitud de la variable física medida en simultáneo. Estos indicadores representan los rangos de confort que el espacio interior, de transición o exterior debieran ofrecer de cada variable ambiental con el propósito de que las personas, individual o colectivamente, puedan manifestar una sensación de satisfacción, bienestar y buen desempeño durante su estadía. Adicionalmente, el EHDaP ofrece la obtención de modelos numéricos y gráficos que permiten pronosticar escenarios futuros de habitabilidad física (por variable ambiental) bajo condiciones de similar contexto, con el fin de favorecer la apropiada toma de decisiones en la concepción de espacios habitables, no solo en lo referente al confort ambiental, sino también en lo relacionado con la eficiencia energética de los edificios, la sostenibilidad y, desde luego, el calentamiento global. Lo anterior, sin dejar de lado su versatilidad de uso, su acceso abierto y la eficiencia de recursos que promueve.

Para lo anterior, el objetivo de esta publicación es presentar y poner a disposición de la comunidad científica y académica la herramienta informática denominada EHDaP.

ello, la metodología empleada se estructuró en las siguientes secciones: conceptualización, requerimientos lógicos, diseño y estructura, alimentación de datos y medidas de protección.

Conceptualización

El arduo trabajo que representa realizar estudios relacionados con el confort ambiental de los espacios, tanto en su etapa de campo (enfoque adaptativo aplicado metodológicamente en sitio) como en su etapa de gabinete (procesamiento de datos), fue la premisa a partir de la cual se conceptualizó la EHDaP. Si bien, en el primero de los casos el rigor y la profundidad con la que se recaban los datos en campo depende directamente de los alcances y objetivos de la investigación (Buonocore et al., 2020; Loomans et al., 2020; Ji et al., 2020; Wang et al., 2020; Luo et al., 2020; Cheung et al., 2019; Liu et al., 2019; Rincón, 2019; Mishra, 2018; Földvály-Ličinaa et al., 2018; Jindal, 2018; Montazami et al., 2017; Mayorga, 2012; Bravo & González, 2001), el segundo de ellos representa una oportunidad importante para sistematizar el procesamiento y el análisis de datos. Así, la EHDaP se concibe como una herramienta automatizada de gestión de datos que permite estimar, numérica y gráficamente, modelos e indicadores de confort ambiental de forma simple y eficaz.

En este sentido, la premisa de hacer *más con menos* es la que rige a la herramienta informática, por lo que se desarrolló en torno a la optimización de programación informática, pues con tan solo capturar los datos recabados en campo la herramienta opera automáticamente desarrollando las gráficas correspondientes a cada parámetro ambiental y bajo los tres métodos de correlación antes mencionados, con el fin de estimar, de forma paralela, los indicadores y los modelos ambientales de confort: térmicos, hídricos, eólicos, lumínicos, acústicos y de calidad del aire.

Requerimientos lógicos

Con el propósito de facilitar la apertura y el funcionamiento de la EHDaP, su diseño y programación se desarrollaron en una de las aplicaciones ofimáticas más populares y multiplataforma del mercado informático: Microsoft Excel® —dada la facilidad que ofrece para la programación de sentencias, condicionantes, funciones matriciales y gráficos compuestos—. Así, es importante mencionar que al momento de hacer uso de la EHDaP se debe contar con una versión igual o posterior a 2016, sin importar el sistema operativo con el que se trabaje, pues es a partir de esta versión que se cuenta con todas las características de programación y

graficación necesarias para el correcto funcionamiento de la herramienta.¹ Si se llegara a utilizar la EHDaP en *softwares* alternativos a Microsoft Excel® 2016, como OpenOffice® o Google Sheets®, es posible que presente una merma en su funcionamiento y ciertas limitantes en algunas de sus características.

Dado que la EHDaP está programada en Microsoft Excel®, no se requiere para su adecuada operación de algún requerimiento lógico adicional a los necesarios para que funcione apropiadamente la aplicación ofimática anfitriona.

Diseño y estructura

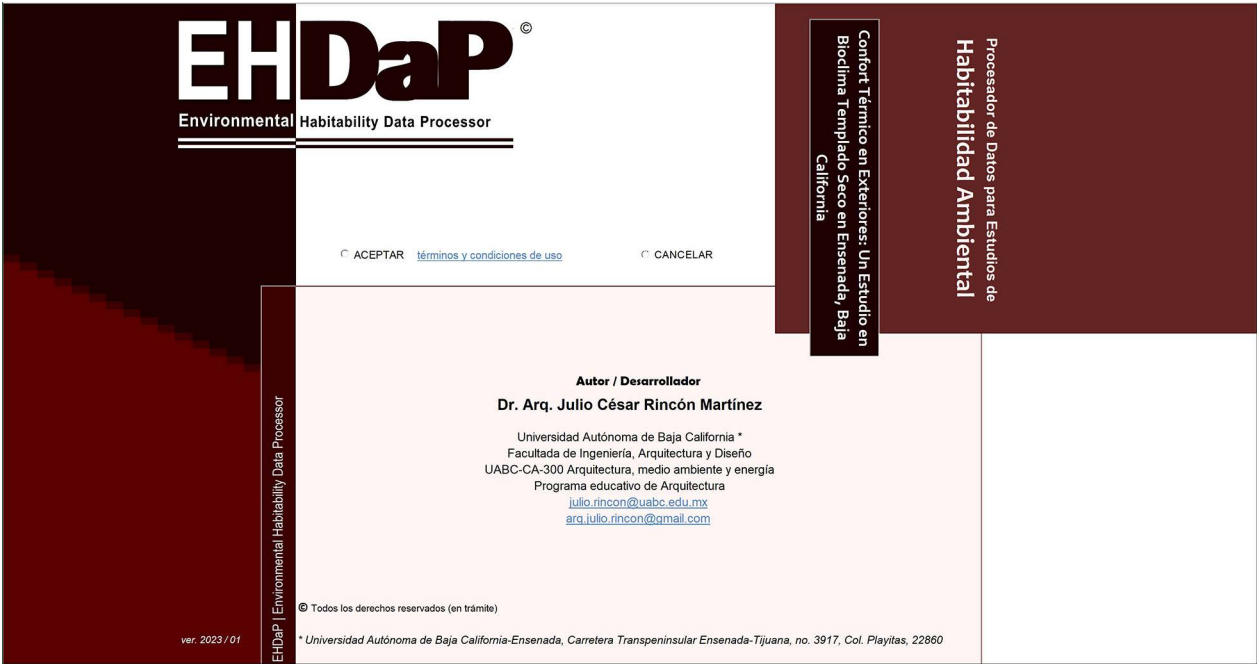
La EHDaP se diseñó en un libro de cálculo que, con apoyo de las diferentes funciones (simples y matriciales), macros (en Visual Basic) y gráficos que presenta, permite realizar el procesamiento de datos de forma automática y sistemática: desde el tratamiento de los datos, hasta la estimación de los indicadores y los modelos ambientales. Está conformada por cuatro hojas de cálculo; de ellas, a una hay que ingresarle la base de datos para que la herramienta realice automática e instantáneamente el procesamiento de datos, la actualización de las gráficas y la estimación de los indicadores y los modelos de habitabilidad ambiental.

De esta forma, la EHDaP se estructuró de la siguiente manera:

- Hoja 1. Portada: Interfaz que se carga como primera instancia al abrir la herramienta informática; en ella, se presentan los datos de identificación de la EHDaP (Figura 1).
- Hoja 2. Términos y condiciones de uso: Lineamientos que el analista debe aceptar para hacer uso de la EHDaP.
- Hoja 3. Activación de macros: Portada intermitente que se abre cuando la EHDaP se guarda con una extensión diferente a *.xlam (por ejemplo *.xlsb, *.xlsx o afines).
- Hoja 4. Procesamiento de datos: Es la encargada de mantener una lógica operativa durante la navegación y el funcionamiento de la herramienta; así como la responsable de procesar minuciosamente los datos que se integren a la matriz, actualizar los gráficos y estimar los indicadores y los modelos de habitabilidad ambiental.

¹ A este respecto, durante la apertura de la EHDaP se despliega un mensaje informativo en el que se indica lo antes descrito.

Figura 1. Portada de la EHDaP



Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

En general, esta sección está distribuida de la siguiente manera:

- a. Celda G12 a celda AU2011. Matriz que permite alojar la base de datos conformada con las observaciones recabadas durante el trabajo de campo —considerando que estas derivan

de un mismo, o similar, espacio-tiempo; de no ser así, es recomendable ingresarlas en un grupo diferente, a fin de no eliminarlas durante el tratamiento de datos atípicos por el método de Jerarquía Ponderada (Rincón, 2023)— (Figura 2).

Figura 2. Matriz de la EHDaP asignada para capturar la base de datos: Variables (columnas) y observaciones (filas)

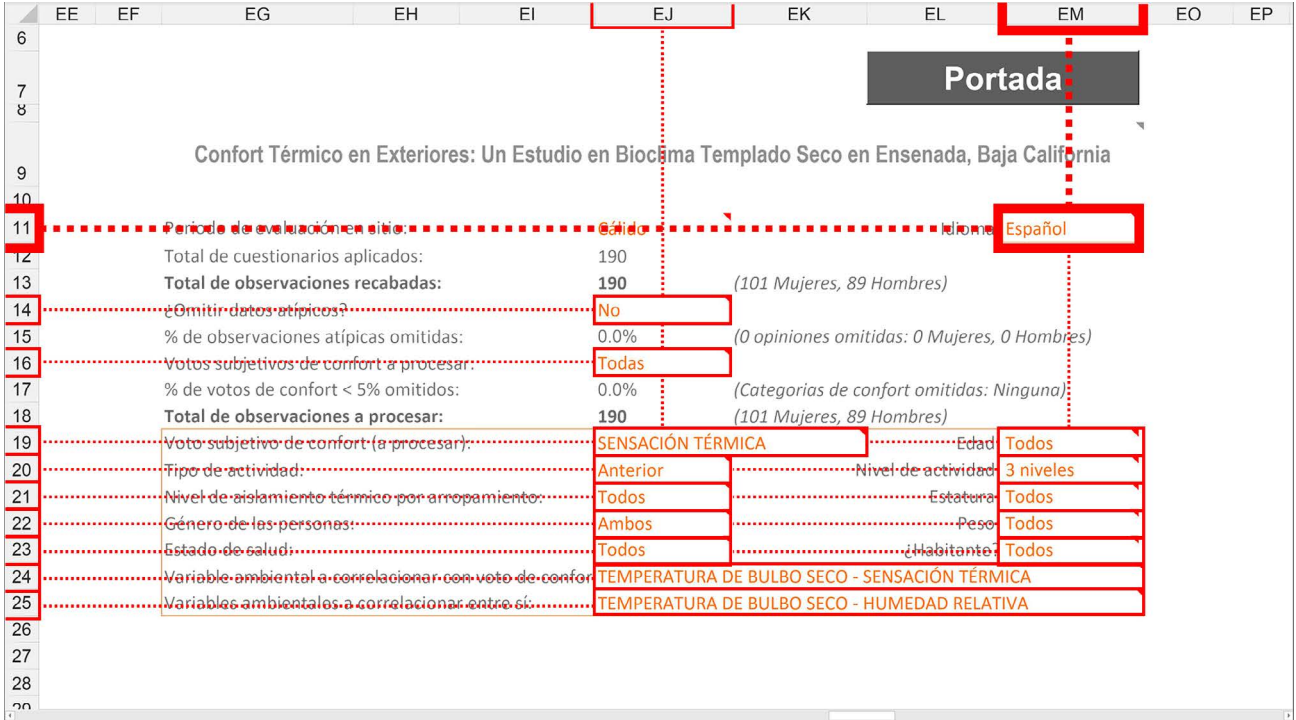
Pregunta Cuestionario	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	A. Datos de control del estudio				B. Información del sujeto												
																			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
																			Folio	Fecha	Inicio	Término	Edad	Estatura	Peso	Género	Enfermedad	Habitante	Tiempo	Act. diaria	Act. anterior	Tiempo	Vestimenta	ST	SH
1	E-10101	03-09-2019	9:54	9:56	3	1.10	25.0	1	3	2	1	1	1	1	2	6	4	Variables																	
2	E-10102	03-09-2019	10:00	10:02	57	1.18	150.0	1	2	2	2	2	1	2	2	6	4																		
3	E-10103	03-09-2019	10:09	10:11	22	1.14	42.0	1	2	3	3	2	1	3	2	6	3																		
4	E-10104	03-09-2019	10:13	10:15	26	1.38	46.0	1	1	1	4	1	1	4	3	3	3																		
5	E-10105	03-09-2019	10:16	10:18	21	1.56	51.0	2	1	2	2	2	1	2	1	4	2																		
6	E-10106	03-09-2019	10:20	10:23	19	1.51	58.0	2	2	3	2	3	1	2	2	5	4																		
7	E-10107	03-09-2019	10:25	10:27	22	1.43	67.0	1	1	1	2	3	1	2	3	4	4																		
8	E-10108	03-09-2019	10:34	10:36	19	1.48	63.0	2	2	2	2	2	1	2	5	3	3																		
9	E-10109	03-09-2019	10:37	10:39	20	1.46	78.0	2	3	3	3	3	1	3	2	4	4																		
10	E-10110	03-09-2019	10:40	10:42	22	2.50	79.0	2	1	1	2	1	1	2	3	5	4																		
11	C-10101	03-09-2019	9:34	9:41	28	0.98	81.0	2	1	2	3	1	1	3	2	4	4																		
12	C-10102	03-09-2019	9:43	9:47	21	1.05	83.0	2	2	3	2	2	1	2	4	4	3																		
13	C-10103	03-09-2019	9:48	9:52	20	1.08	99.0	2	1	1	2	3	1	2	2	3	3																		
14	C-10104	03-09-2019	10:55	10:57	28	1.21	96.0	2	1	2	2	1	1	2	4	3	3																		
15	C-10105	03-09-2019	10:51	10:53	21	1.23	91.0	2	1	3	1	2	1	1	4	1	1																		
16	C-10106	03-09-2019	10:46	10:50	89	1.18	150.0	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3																		
17	E-10411	09-06-2019	14:22	14:27	20	1.14	42.0	1	2	3	3	2	1	3	2	3	3																		
18	E-10412	09-06-2019	14:24	14:31	22	1.38	46.0	2	1	1	4	1	1	4	2	2	3																		
19	E-10413	09-06-2019	14:30	14:36	20	1.56	51.0	1	1	2	2	2	1	2	2	2	4																		
20	E-10414	09-06-2019	14:37	14:40	22	1.51	58.0	2	2	3	2	3	1	2	2	2	3																		
21	E-10415	09-06-2019	14:40	14:44	22	1.43	67.0	2	1	1	2	3	1	2	2	2	3																		
22	E-10416	09-06-2019	14:55	14:58	22	1.48	63.0	1	2	2	2	2	2	2	2	4	4																		
23	E-10417	09-06-2019	15:00	15:03	42	1.46	78.0	1	3	3	3	3	2	3	3	7	1																		
24	E-10418	09-06-2019	15:04	15:09	22	2.50	79.0	1	1	1	2	1	1	1	2	2	4																		
25	E-10419	09-06-2019	15:09	15:12	33	0.98	81.0	1	1	2	3	1	1	3	2	4	3																		
26	E-10420	09-06-2019	15:15	15:18	19	1.05	83.0	2	2	3	2	2	1	2	2	4	4																		
27	C-10421	09-06-2019	14:50	12:28	22	1.08	99.0	2	1	1	2	3	2	2	3	5	3																		
28	C-10422	09-06-2019	14:52	14:55	22	1.21	96.0	1	1	2	2	1	1	2	3	4	4																		
29	C-10423	09-06-2019	15:20	14:46	22	1.46	78.0	2	1	3	1	2	2	1	3	5	2																		
30	C-10424	09-06-2019	15:20	2:50	22	1.50	79.0	1	1	1	3	2	2	3	2	5	4																		
31	E-10304	09-05-2019	10:20	10:22	20	0.98	81.0	2	1	1	2	3	1	2	2	6	4																		
32	E-10305	09-05-2019	10:23	10:25	22	1.05	83.0	2	2	2	2	2	1	2	2	3	4																		
33	E-10306	09-05-2019	10:27	10:29	29	1.08	99.0	1	3	3	3	3	1	3	2	7	2																		
34	E-10307	09-05-2019	10:30	10:32	21	1.21	96.0	1	1	1	2	1	1	2	2	6	2																		
35	E-10308	09-05-2019	10:32	10:34	21	1.23	91.0	2	1	2	3	1	1	3	2	4	1																		

Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

- b. Celda EG9 a celda EM25. Datos de identificación del estudio y criterios para personalizar el procesamiento de datos (Figura 3). La EHDaP

está configurada para presentar una interfaz tanto en español como en inglés (modificable desde la celda EM11).

Figura 3. Sección de la EHDaP en la que se eligen los criterios para procesar los datos

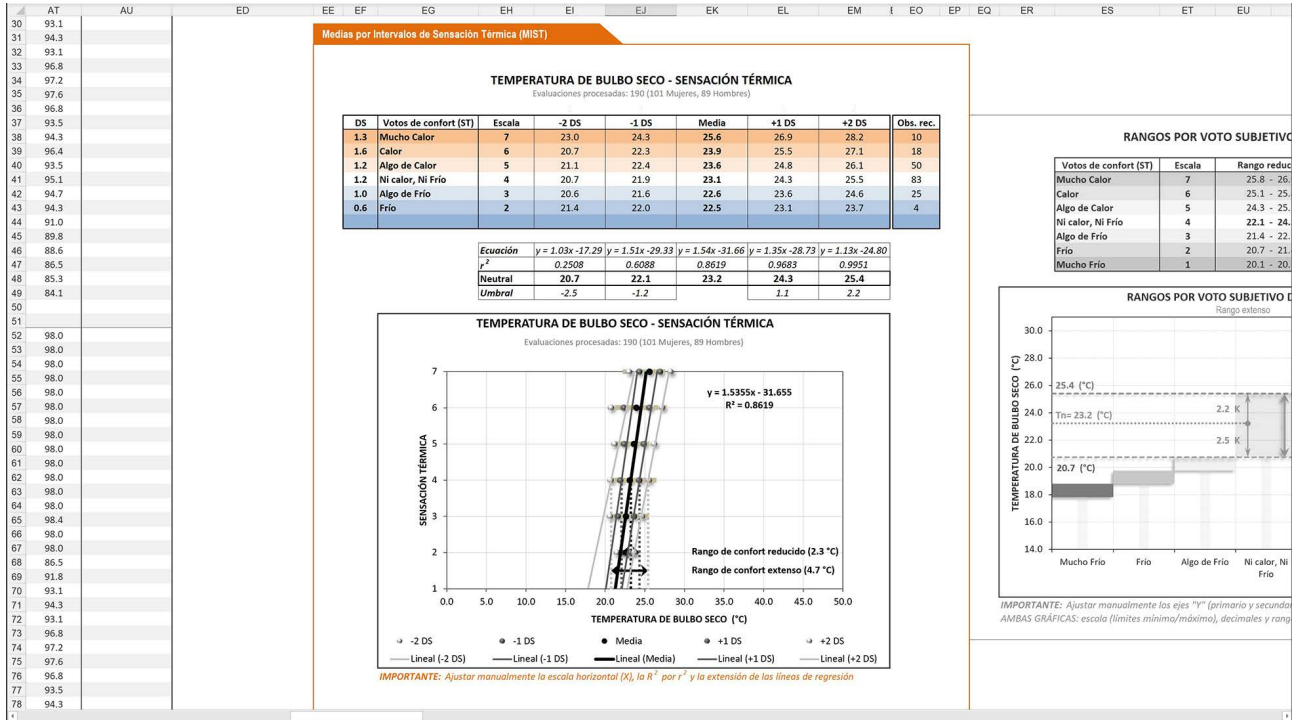


Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

- c. Celda EE32 a celda EP78. Procesamiento de datos por medio del método de medias por

intervalos de sensación térmica (MIST) (Rincón, 2023; Gómez-Azpeitia et al., 2007) (Figura 4).

Figura 4. Procesamiento de datos a partir del método estadístico MIST

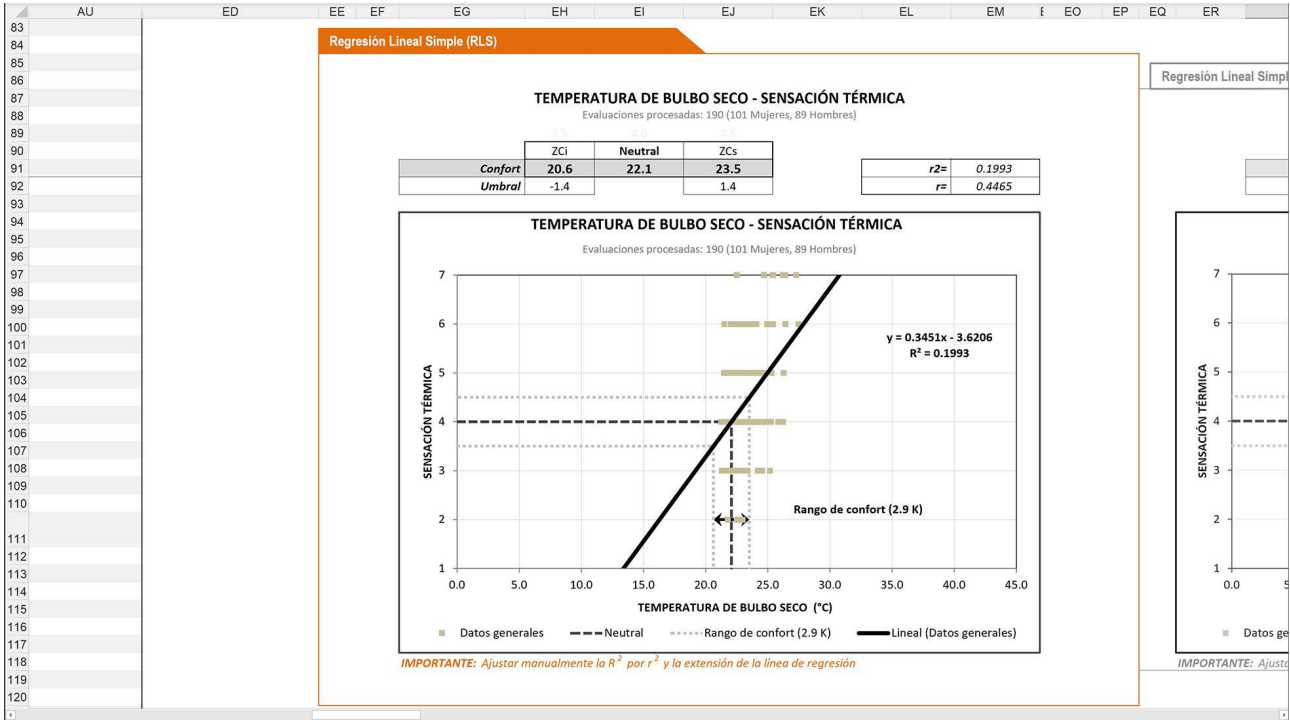


Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

- d.

Celda EE85 a celda EP120. Procesamiento de datos realizado a partir del método de regre-
- sión lineal simple (RLS) (Cardona et al., 2013; Kelmansky, 2010) (Figura 5).

Figura 5. Procesamiento de datos a partir del método estadístico RLS

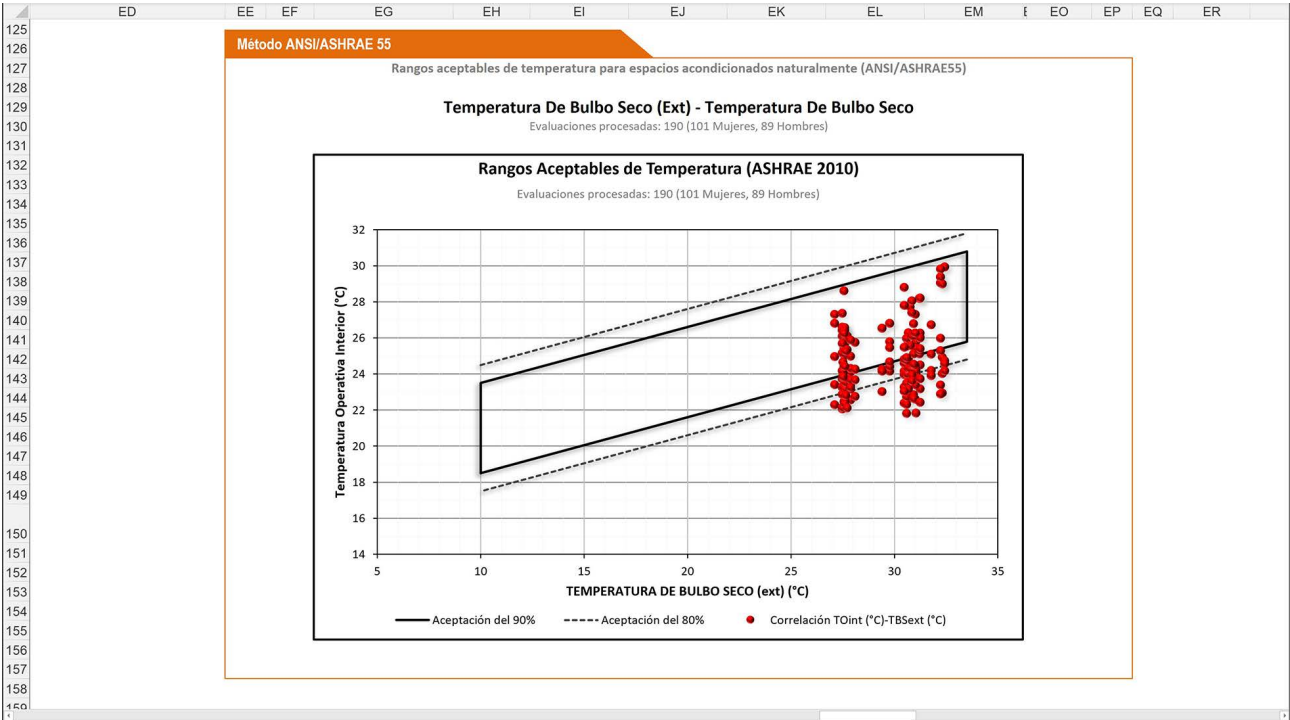


Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

- e.

Celda EF127 a celda EQ157. Procesamiento de datos a partir del método de ANSI/ASHRAE
- 55 (2023) para estudios específicamente de confort térmico (Figura 6).

Figura 6. Procesamiento de datos a partir del método de ANSI/ASHRAE 55 (2023)



Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

Alimentación de datos

La captura de la base de datos requiere un alto grado de rigurosidad y certidumbre del analista con el fin de garantizar el correcto procesamiento de datos que ofrece la EHDaP. Así, mientras las *filas* de la base de datos hacen referencia a las *observaciones* recabadas en campo, las *columnas* corresponden a las *variables* obtenidas con cada observación (Figura 2). En este último caso, según la naturaleza de la variable, puede corresponder a: obligatoria (invariablemente requiere un dato), condicional (solo requiere un dato si los resultados dependen de ella) u optativa (el dato solo es informativo, por

lo que su ausencia no representa sesgos en el procesamiento de los datos). A continuación, se describe el dato que debe contener cada columna (variable):

- A. Datos de control.** Datos que permiten registrar, controlar y clasificar ordenadamente el conjunto de observaciones.
- 1.** *Folio* “Variable obligatoria”. Caracteres que conforman un código de identificación único para cada observación recabada. Una alternativa puede verse en la Tabla 2.

Tabla 2. Alternativa de caracteres que conforman un código de identificación único para cada observación recabada

E / I / T	-	1 / 2 / 3 / 4	01 / ...n	1 / 2 / 3	01 / ...n
Espacio en el que se desarrolla la evaluación: E = Exterior I = Interior T = Transición	Guion	Periodo en el que se lleva a cabo la evaluación: 1 = Frío 2 = Transición frío-cálido 3 = Cálido 4 = Transición cálido-frío	Día consecutivo de iniciado el periodo de evaluación (expresado en dos dígitos). Puede ser del día uno al último del periodo.	Turno (o grupo consecutivo), en un mismo día, en el que se realiza la evaluación. 1 = Matutino 2 = Vespertino 3 = Nocturno	Número consecutivo de observación recabada en el turno/grupo (expresado en dos dígitos).

Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

A modo de ejemplo, el folio I-301201 hace referencia a la primera evaluación (01) del turno vespertino (2) del primer día de evaluaciones (01) durante el periodo cálido (3) en espacios interiores (I).

- 2.** *Fecha* (dd/mm/aaaa) “Variable optativa”. Día en el que se lleva a cabo la evaluación.
- 3.** *Hora inicial* (hh:mm) “Variable optativa”. Horario en el que se inicia la evaluación.
- 4.** *Hora final* (hh:mm) “Variable optativa”. Horario en el que concluye la evaluación.
- B. Información del encuestado.** Características antropogénicas del sujeto evaluado durante la valoración.
- 5.** *Edad* “Variable condicional”. Años cumplidos al momento de la evaluación.
- 6.** *Estatura* “Variable condicional”. Altura en metros del sujeto evaluado.
- 7.** *Peso* “Variable condicional”. Peso en kilogramos del sujeto.
- 8.** *Género* “Variable obligatoria”. Género del sujeto evaluado. Las opciones con las que trabaja la EHDaP, son: 1) Femenino, 2) Masculino y 3) No binario.

- 9.** *Enfermedad* “Variable condicional”. Dato utilizado para conocer el nivel de fiabilidad con el que las personas emiten su voto de confort. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP, son: 1) Enfermo, 2) No enfermo o 3) Desconocido.
- 10.** *¿Habitante?* “Variable condicional”. Permite conocer la posición del evaluado como habitante del sitio y la experiencia que ha adquirido de él. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP, son: originario (que nació ahí), residente (actualmente vive ahí, aunque nació en otro lugar) o visitante (tiene una permanencia diferida en el lugar). Solo en caso de ser residente o visitante es necesario conocer el tiempo de permanencia en el sitio de estudio (variable 11); para ello, la EHDaP trabaja con las siguientes respuestas: 1 día - 6 meses; 6 meses - 1 año; 1 año - 3 años; y, más de 3 años.
- 11.** *Act. Diaria* “Variable optativa”. Se refiere a la intensidad con la que el evaluado desarrolla sus actividades a diario: 1) Pasiva, 2) Moderada, 3) Intensa (55,0 W/m², 70,0 W/m² y 130,0 W/m², respectivamente, según la ISO 8996, 2021).
- 12.** *Act. Anterior* “Variable obligatoria”. Se refiere a la intensidad con la que el evaluado ha desarrollado la actividad inmediata anterior

a la entrevista. Las respuestas son las mismas descritas en el punto anterior. Además, es importante recabar el tiempo acumulado que llevaban realizando dicha actividad (variable 14), por lo que es recomendable que las respuestas se planteen en intervalos de 15 minutos (ANSI/ASHRAE 55, 2023): 1) 0-15 min, 2) 16-30 min, 3) 31-45 min, 4) 46-60 min, 5) 61 min o más.

13. *Vestimenta* “Variable condicional”. Nivel de arropamiento con el que cuenta el sujeto al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP, son: 1) Muy ligera (0,25 clo), 2) Ligera (0,4 clo), 3) Normal (0,7 clo), 4) Abrigada (1,0 clo), 5) Muy abrigada (1,2 clo) (ISO 9920, 2008).

C. Sensación ambiental del espacio. Votos de confort relacionados con la sensación térmica, hídrica, eólica, lumínica, acústica y de calidad del aire. Este, y el siguiente apartado, representan la sección subjetiva que conforma la base de datos, por lo que es recomendable que cada voto de confort sea recabado de manera individual.

14. *Sensación térmica (ST)* “Variable condicional”. Valoración que cada persona otorga a las condiciones térmicas ofrecidas por el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Mucho frío, 2) Frío, 3) Algo de frío, 4) Ni calor, ni frío, 5) Algo de calor, 6) Calor, 7) Mucho calor (ISO 10551, 1995).²

15. *Sensación hídrica (SH)* “Variable condicional”. Valoración de las personas frente a las condiciones de humedad relativa que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con la que trabaja la EHDaP, son: 1) Muy húmedo, 2) Húmedo, 3) Algo húmedo, 4) Normal, 5) Algo seco, 6) Seco, 7) Muy seco.

16. *Sensación eólica (SE)* “Variable condicional”. Valoración de los sujetos sobre la velocidad de viento percibida en el espacio durante la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP, son: 1) Mucho viento, 2) Viento algo fuerte, 3) Viento agradable, 4) Poco viento, 5) Sin viento.

17. *Sensación lumínica (SL)* “Variable condicional”. Valoración que cada persona otorga sobre las condiciones de iluminación que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Muy mala, 2) Mala, 3) Regular, 4) Buena, 5) Excelente.

18. *Sensación acústica (SA)* “Variable condicional”. Valoración de las personas respecto al nivel de ruido predominante en el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Muy fuerte, 2) Fuerte, 3) Aceptable, 4) Débil, 5) Sin ruido.

19. *Sensación respecto a la calidad del aire (SCA)* “Variable condicional”. Valoración de los sujetos sobre el índice de CO₂ percibido en el espacio durante la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Muy mala, 2) Mala, 3) Regular, 4) Buena, 5) Muy buena.

20. *Tolerancia personal (TP)* “Variable condicional”. Valoración global que el sujeto emite sobre las condiciones ambientales del espacio durante su uso diario. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Extremadamente intolerable, 2) Intolerable, 3) Ni tolerable, ni intolerable, 4) Tolerable y 5) Perfectamente tolerable.

21. *Aceptación personal (AP)* “Variable condicional”. Valoración global que el sujeto emite sobre las condiciones ambientales del espacio durante su uso cotidiano. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Generalmente inaceptable y 2) Generalmente aceptable.

D. Preferencia ambiental del espacio. Votos de confort relacionados con la preferencia térmica, hídrica, eólica, lumínica, acústica y de calidad del aire que los sujetos desearían del espacio al momento de la evaluación. Por lo regular, la consistencia de las respuestas de este apartado está en función de las obtenidas en la sección anterior.

22. *Preferencia térmica (PT)* “Variable condicional”. Temperatura que el sujeto preferiría en lugar de la que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Mucho más frío, 2) Más frío, 3) Un poco más frío, 4) Sin cambio, 5) Con un poco más de calor, 6) Con más calor, 7) Con mucho más calor.

23. *Preferencia hídrica (PH)* “Variable condicional”. Humedad ambiental preferida por el sujeto en lugar de las condiciones hídricas que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDaP son: 1) Mucho más húmedo, 2) Más húmedo, 3) Un poco más húmedo, 4) Sin cambio, 5) Un poco más seco, 6) Más seco, 7) Mucho más seco.

24. *Preferencia eólica (PE)* “Variable condicional”. Velocidad de viento preferida por el sujeto en

² Si bien, este estándar sugiere una escala de -3 a +3, se recomienda realizar una adaptación de 1 a 7, manteniendo la misma cantidad de posibilidades de respuesta, solo modificando su indicativo, pues en esta última escala trabaja la EHDaP para el procesamiento apropiado de los datos. Esta precisión también aplica para el resto de variables ambientales.

lugar de las condiciones eólicas que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDP son: 1) Más viento, 2) Sin cambio, 3) Menos viento.

25. Preferencia lumínica (PL) “Variable condicional”. Intensidad lumínica a la preferida por el sujeto en lugar de las condiciones de luz que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas recomendadas, con las que trabaja la EHDP son: 1) Más luz, 2) Sin cambio, 3) Menos luz.

26. Preferencia acústica (PA) “Variable condicional”. Intensidad sonora preferida por el sujeto en lugar de las condiciones de ruido que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDP son: 1) Más ruido, 2) Sin cambio, 3) Menos ruido.

27. Preferencia respecto a la calidad de aire (PCA) “Variable condicional”. Calidad del aire preferida por el sujeto en lugar de las condiciones de CO₂ que presenta el espacio al momento de la evaluación. Las respuestas con las que trabaja la EHDP son: 1) Mucho mejor, 2) Mejor, 3) Sin cambio.

E. Monitoreo físico del ambiente. Magnitudes de variables físicas del espacio registradas simultáneamente a la emisión del voto de confort. Las variables ambientales por monitorear dependen de los alcances del estudio; en general, suelen ser las siguientes:

28. Temperatura de bulbo seco (TBS) “Variable condicional”. Temperatura del aire en el espacio de evaluación. Se recomienda registrarla en grados Celsius (°C).

29. Humedad relativa (HR) “Variable condicional”. Relación de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturarlo a una misma temperatura. Se recomienda registrarla en porcentaje (%).

30. Temperatura de bulbo húmedo (TBH) “Variable condicional”. Temperatura del aire dada en condiciones de humedad saturada. Se recomienda registrarla en grados Celsius (°C).

31. Temperatura de globo negro/gris (TGN/TGG) “Variable condicional”. Temperatura del aire expuesta al calor radiado del sol o de fuentes caloríficas del ambiente, absorbido por un cuerpo esférico de color negro. Se recomienda registrarla en grados Celsius (°C).

32. Velocidad d viento (VV) “Variable condicional”. Distancia que se desplaza una masa de aire en una unidad de tiempo. Para estudios en espacios interiores se recomienda una lectura con resolución de 0,01 y estudios en espacios de transición o exteriores se recomiendan

lecturas con resolución de 0,1. Se recomienda registrarla en metros por segundo (m/s).

33. Intensidad lumínica (IL) “Variable condicional”. Iluminación general del espacio. Se recomienda registrarla en luxs (lux).

34. Intensidad sonora (IS) “Variable condicional”. Nivel general de ruido presente en el espacio al momento de la evaluación. Se recomienda registrarla en decibeles (dB[A]).

35. Calidad del aire (CA) “Variable condicional”. Concentración de CO₂ presente en el espacio al momento de la evaluación. Se recomienda registrarla en partes por millón (ppm).

36. Temperatura de bulbo seco exterior (TBS_{ext}) “Variable condicional”. Temperatura medida al exterior del espacio de evaluación a la sombra. Se recomienda registrarla en grados Celsius (°C).

37. Humedad relativa exterior (HR_{ext}) “Variable condicional”. Humedad relativa medida al exterior del espacio. Se recomienda registrarla en porcentaje (%).

F. Información complementaria. Información de cualquier naturaleza que tengan relación con la temática de la investigación y los objetivos perseguidos.

38. Notas adicionales (Inf gral) “Variable optativa”. Característica o circunstancia relevante o atípica que pudiera influir en la sensación y/o la preferencia ambiental de los sujetos durante la evaluación: precipitación pluvial, nubosidad, condiciones físicas artificiales, uso de controles (apertura/cierre de puerta/ventanas, cortinas/persianas, tipo de luminarias, etc.), por mencionar algunas.

Es conveniente precisar que en ningún caso es obligatorio el levantamiento del total de las variables consideradas en la EHDP (columnas), pues estas dependerán directamente de los alcances del estudio y las decisiones del investigador; no obstante, la EHDP ofrecerá únicamente los resultados a partir de los datos que se le proporcionen.

Medidas de protección

La herramienta EHDP se diseñó a partir de la programación de funciones matriciales y macros que obedecen una indicación específica en cada caso, por ello, con la finalidad de asegurar su correcto funcionamiento en cuanto a contenido analítico y gráfico, se aplicaron medidas de protección a todo aquel campo (celda) y recurso (gráfico) que represente cierto riesgo en su desempeño adecuado.

RESULTADOS

La EHDaP representa una herramienta alterna al arduo trabajo e inversión de recursos que demanda el procesamiento de datos en estudios de habitabilidad ambiental, ya que permite simplificar las tareas de gabinete que actualmente el investigador afronta al correlacionar los datos, ya sea de forma convencional, por medio del empleo de *software* (configuración manual de SPSS, Minitab o Matlab, por mencionar algunos) o, en su caso, a partir del uso de algoritmos de aprendizaje que, de igual manera, requieren de configuración. La EDAHP solo requiere una base de datos para realizar el procesamiento de forma inmediata, no demanda una configuración específica; de hecho, ofrece en simultáneo las estimaciones a partir de dos métodos estadísticos y uno normativo: regresión lineal simple (Cardona, 2013; Kelmansky, 2010), medias por intervalos de sensación térmica (Rincón, 2023; Gómez-Azpeitia et al., 2007) y el método de ANSI/ASHRAE 55 (2023), respectivamente.

Los resultados numéricos y gráficos que se pueden obtener con la EHDaP permiten establecer una base sólida para la toma de decisiones en la concepción de espacios habitables, no solo en lo referente al confort ambiental, sino también en lo relacionado con la eficiencia energética de los edificios, la sostenibilidad y, desde luego, la contribución que eso representa para mermar el calentamiento global. Esto, sin dejar de lado su versatilidad de uso, su acceso abierto y la eficiencia de recursos que promueve; además del procesamiento de datos simultáneo con tres métodos de correlación que permiten obtener estimaciones individuales que, inclusive, podrían funcionar de referencia entre ellas mismas.

El formato bajo el cual se desarrolló la EHDaP permite optimizar, de forma significativa, el tiempo, el trabajo práctico y los recursos utilizados en el procesamiento de datos para estimar los indicadores y los modelos de habitabilidad ambiental de un estudio realizado bajo las bases del enfoque adaptativo. La eficiencia y la rapidez con la que se desempeña esta herramienta informática, gracias a la vinculación de los datos, el diseño de las gráficas y la configuración de las funciones y las macros, ofrece que su operación sea amena y que el usuario no requiera conocimientos específicos en informática o estadística para su funcionamiento. Lo anterior, debido a que la herramienta informática ha sido diseñada en su totalidad para trabajar sistemáticamente a partir de la base de datos ingresada por el analista; así, la EHDaP solo obtendrá las estimaciones que deriven directamente de los datos que se le ingresen.

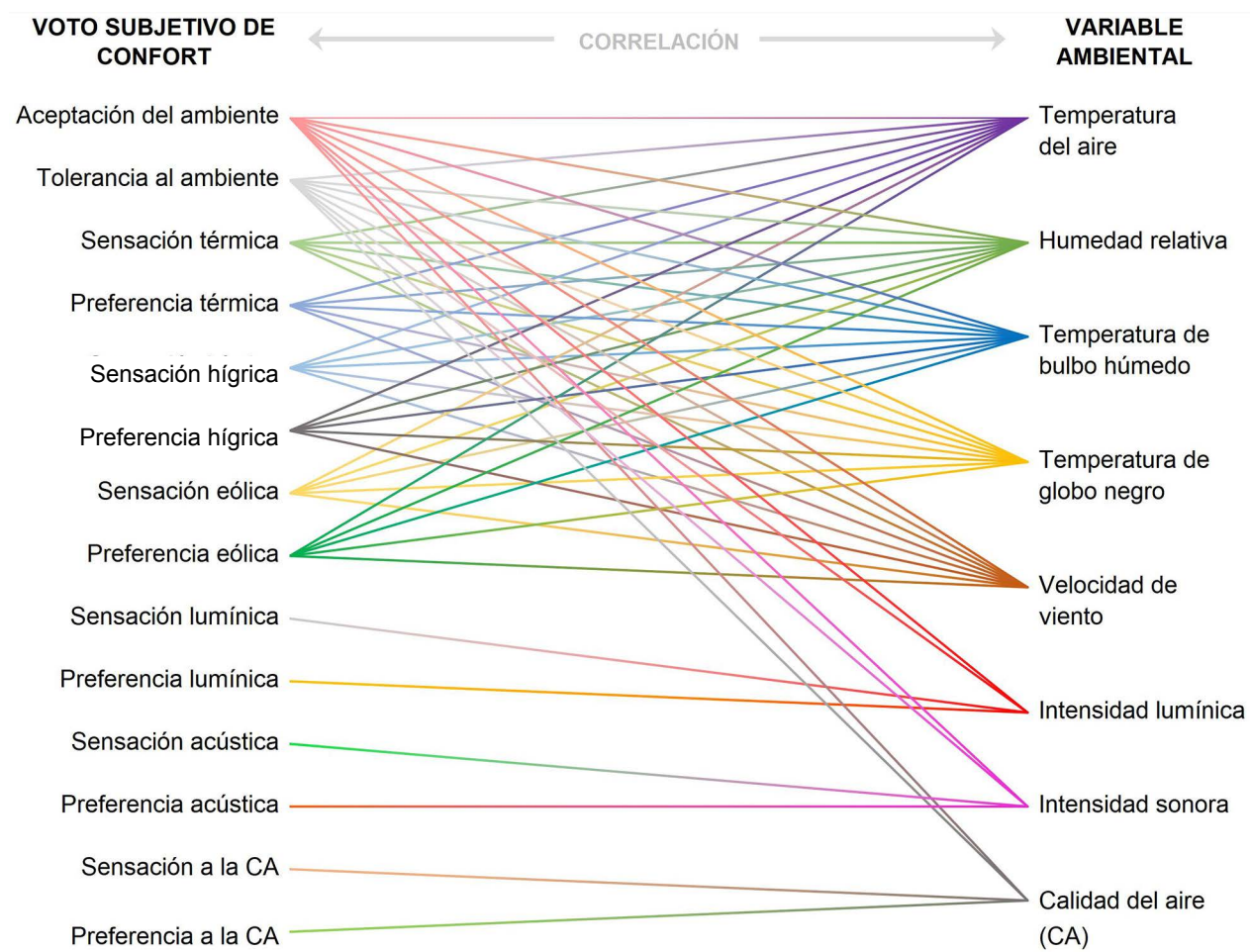
No obstante, en caso de no cubrir la totalidad de la base de datos a partir de la ausencia de algún parámetro ambiental o algún voto de confort no recabados en el trabajo de campo, no significa que los resultados estimados sean imprecisos o presenten algún sesgo. La realidad es que la EHDaP trabaja únicamente con los datos que se le ingresen, por lo que solo ofrecerá en ese contexto estimaciones que deriven directamente de ellos, de ahí la relevancia de las *variables condicionadas* descritas en el apartado anterior.

A partir de la correlación de diferentes variables, la EHDaP permite estimar de manera sencilla, eficiente y práctica, diversos indicadores y modelos ambientales que contribuyen en la habitabilidad física de los espacios, sean interiores, de transición o exteriores. En principio, los indicadores representan los rangos de confort, por variable ambiental, que los espacios debieran ofrecer para contribuir con el desarrollo físico de las personas; entre otras: temperatura del aire (TBS), humedad relativa (HR), temperatura de bulbo húmedo (TBH), temperatura de globo negro/gris (TGN/TGG), velocidad de viento (VV), intensidad de iluminación (IL), intensidad sonora (IS) y calidad del aire (CA). Por otro lado, los modelos ambientales son representados por ecuaciones lineales que permiten estimar de manera precisa los indicadores ambientales frente a un escenario de próxima similitud, a fin de pronosticar probables comportamientos físicos de los espacios o sus ocupantes (Rincón, 2023).

En ese tenor, resulta conveniente precisar que tanto los votos subjetivos de confort como las variables ambientales que la EHDaP es capaz de correlacionar, en lo individual o en su conjunto, se muestran en la Figura 7, por lo que, de contar con una base de datos completa y con un alto grado de certidumbre, es posible estimar, gráfica y numéricamente, un total de hasta 52 indicadores y 52 modelos ambientales.

La EHDaP permite procesar la base de datos tomando como variable dependiente los votos subjetivos de confort que los sujetos refieren del entorno inmediato y, como variable independiente, la magnitud de las variables ambientales registradas en el entorno inmediato. Así, se pareo voto de confort con variable ambiental en cada caso y se obtiene un diagrama de dispersión que, según el método seleccionado, permite generar regresiones lineales y estimar los indicadores y los modelos ambientales o, en el caso del método de ANSI/ASHRAE 55 (2023), permite visualizar la posible aceptación de las condiciones térmicas para el 80 % y 90 % de los ocupantes del espacio.

Figura 7. Dinámica con la que la EHDaP permite correlacionar los catorce votos subjetivos de confort con las ocho variables ambientales considerados en su configuración



Fuente: elaboración propia (2023). CC BY

Si bien la EHDaP es una herramienta informática y novedosa debido a la eficiencia de recursos y la simplificación de trabajo que representa, no hay que perder de vista que solo es una aplicación configurada para trabajar con métodos ya aceptados por la comunidad científica en las diferentes disciplinas; como tal, no ofrece un método nuevo que pueda confirmar o refutar los resultados obtenidos con dichos métodos. En otras palabras, es una herramienta que automatiza y simplifica la labor del investigador durante el procesamiento de datos a partir de la aplicación objetiva de diversos métodos de correlación ya aprobados, por lo que los resultados que despliega en un tiempo récord (instantáneamente a la conclusión del vaciado de la base de datos) no son diferentes a los generados con la aplicación convencional de los mismos, ya sea de forma manual o empleando otras herramientas de apoyo.

Por lo anterior, la estimación de los indicadores y los modelos ambientales obtenida con la EHDaP resulta plenamente confiable al derivar de métodos aceptados, ya sea presentando una base de datos parcial o total. A este respecto, algunos estudios susceptibles de validarlo son los siguientes, pues sus hallazgos

derivan de la aplicación de alguno de los métodos utilizados por la EHDaP: Martínez-Bermúdez y Rincón-Martínez (2024); Núñez-de Anda et al. (2024); Arriaga-Osuna et al. (2024); Rincón et al. (2023); Villaseñor Corona et al. (2021); López Cañedo et al. (2021); Bojórquez et al. (2020); Arrieta y Maristany (2020); Cheung et al. (2019); Liu et al. (2019); Rincón (2019); Jindal (2018); Földvály-Ličina et al. (2018); Mishra y Ramgopal (2015); Gómez-Azpeitia et al. (2014); Humphreys et al. (2007); Gómez-Azpeitia et al. (2007), y Bravo y González (2001), por mencionar algunos.

En 2023 la EHDaP obtuvo un certificado de registro como programa computacional ante el Registro Público del Derecho de Autor, en México, con número de registro: 03-2023-080912341900-01. En Rincón (2024) es posible consultar un videotutorial en el que, a modo de manual de usuario, se explica detalladamente el uso y el entendimiento de la EHDaP para obtener los resultados esperados. Adicionalmente, en la descripción del mismo video es posible encontrar una serie de recursos complementarios que facilitan el mismo fin, entre otros, una versión libre, por tiempo limitado, de la herramienta informática.

DISCUSIÓN

Si bien, en la actualidad no hay evidencia de una herramienta informática que ofrezca similitud o proximidad al funcionamiento, los alcances y los resultados que ofrece la EHDaP en estudios sobre habitabilidad ambiental, sí es posible contextualizar su desempeño y estimaciones en torno a los estudios que han desarrollado diferentes autores líderes en este campo de investigación (Buonocore et al., 2020; Rincón, 2019; Jindal, 2018; Garfias & Guzmán, 2018; Mishra & Ramgopal, 2015; Casals-Tres et al., 2011; López, Chasco & Navarrete, 2009; Humphreys et al., 2007; Hernández & Gómez, 2007; Gómez-Azpeitia et al., 2007; Boerstra et al., 2002; Bravo & González, 2001). Al respecto, es posible apreciar que, además de contar con la posibilidad para

obtener indicadores y/o modelos ambientales próximos a los obtenidos en esas investigaciones, la EHDaP ofrece resultados a partir del procesamiento simultáneo de datos con tres métodos de correlación, lo que permite obtener un panorama más amplio respecto a la fenomenología a partir de la cual derivan dichas estimaciones.

Adicionalmente, ofrece una eficiencia importante en cuanto a la inversión de recursos para llevar a cabo en plenitud la etapa de análisis de datos en este tipo de estudio, pues solo requiere una base de datos sólida y certera (recopilada en campo) para trabajar sistémica y automáticamente las diferentes fases del procesamiento.

CONCLUSIONES

La EHDaP es una herramienta informática de código abierto configurada para el procesamiento de datos en estudios de habitabilidad ambiental y estimar indicadores y modelos de diseño de cada variable física del entorno inmediato. Ofrece una contribución significativa en el ahorro de los recursos requeridos para llevar a cabo la minería de datos en este tipo de estudios, al realizar un procesamiento sistémico a partir de las siguientes fases: conformación matricial de la base de datos, identificación y tratamiento de datos atípicos, conformación de patrones a partir de criterios asignados, y, correlación entre diferentes variables para estimar indicadores y modelos ambientales en escenarios definidos, permitiendo la predicción de su comportamiento en escenarios hipotéticos.

La herramienta informática EHDaP, además de optimizar de manera sustancial el tiempo, el trabajo técnico y los recursos empleados en la elaboración del procesamiento de datos en estudios sobre habitabilidad ambiental, es de operación sencilla, no requiere *software* especializado para su funcionamiento y, sobre todo, facilita la comprensión estadística y fenomenológica de la habitabilidad de los espacios, ofreciendo diferentes indicadores y modelos que permiten al diseñador arquitectónico, urbano o paisajístico, la acertada toma de decisiones en la conceptualización de los proyectos.

La EHDaP puede ser empleada tanto en estudios sobre habitabilidad ambiental como en aquellos afines en los que se estimen, individual o conjuntamente, los parámetros ambientales

del entorno (confort térmico, confort acústico y confort lumínico, entre otros). Su fin último es ofrecer indicadores ambientales que faciliten la labor del diseñador bajo un esquema consciente de toma de decisiones durante el proceso de diseño y, con ello, lograr espacios confortables que contribuyan con la habitabilidad, el uso y la apropiación de los mismos, así como con la salud, el bienestar y la satisfacción de sus ocupantes.

Dado que la EHDaP ha sido desarrollada por un arquitecto, con especialidad en la habitabilidad de los espacios, es posible que, desde el punto de vista de programación, funcionamiento, presentación o manipulación de la herramienta, puedan identificarse oportunidades de mejora. De ser el caso, se recomienda ponerse en contacto con el autor de la herramienta y señalar la mejoría sugerida, justificando la ventaja que representaría esta para la herramienta y su operación.

Las diferentes versiones de esta herramienta han sido objeto del perfeccionamiento y del complemento continuo que se les ha dado a las diferentes características de apertura, operación, resultados, presentación y portabilidad de esta. Lo anterior, con base en los comentarios o mejoras que, día a día, los usuarios sugieren al respecto; por lo que la versión aquí presentada no es la primera ni la última de la EHDaP, se continuará trabajando en la integración u optimización de ciertas características que contribuyan en la eficiencia de su operación.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en la Universidad Autónoma de Baja California por el UABC-CA-300 Arquitectura, medio ambiente y energía, asociada al proyecto *Confort Térmico en Espacios Interiores: Un Estudio en Bioclima Templado Seco en Ensenada, Baja California*, con folio UABC-PTC-607. Este proyecto fue financiado por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP), México, en el marco de la Convocatoria 2016 para Apoyo a la Incorporación de Nuevos Profe-

sores de Tiempo Completo. El autor de este trabajo no tiene conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Se agradece a la Universidad Autónoma de Baja California, cuyo número de registro del proyecto es 402/395/E, por brindar las facilidades para los trabajos de campo de esta investigación en su campus Ensenada, dentro de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales, la Facultad de Ciencias Marinas y la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño.

REFERENCIAS

- ANSI/ASHRAE 55 (2023). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
- Arriaga-Osuna, M. F., Rincón-Martínez, J. C., & Martínez-Torres, K. E. (2024). Confort térmico adaptativo en cañón urbano: El caso de un clima mediterráneo. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 25(03), 1-11. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2024.25.3.019>
- Arrieta, G., & Maristany, A. (2020). Rangos de confort estival de viviendas en Córdoba como referencia para el acondicionamiento natural. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 24(1), 7-18. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/138398>
- Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal Biometeorology*, 25, 109-122. <https://doi.org/10.1007/BF02184458>
- Auliciems, A., & de Dear, R. (1998). Thermal adaptation and variable indoor climate control. En: A. Auliciems (Ed.), *Human bioclimatology. Advances in Bioclimatology* (p. 5). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-80419-9_3
- Boerstra, A., Kurvers, S., & Van der Linden, A. (2002). Thermal comfort in real live buildings: Proposal for a new dutch guideline. En H. Levin (Ed.), *Proceedings of the 9th international conference on indoor air* (pp. 629-634). <https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB7514.pdf>
- Bojórquez, G., Luna, A., Romero, R., & Jiménez, V. (2020). Efecto de la temperatura de bulbo seco y humedad relativa en la sensación térmica percibida en espacios exteriores en clima cálido seco. *Revista de Invención Técnica*, 4(13), 21-29. <https://doi.org/10.35429/JOTI.2020.13.4.21.29>
- Bravo, G., & González, E. (2001). Confort térmico en el trópico: Hacia un estándar en viviendas naturalmente ventiladas. *Información Tecnológica*, 12(5), 169-174. <https://books.google.com.mx/books?id=WPLrWIW7CJAC&pg=PP2>
- Buonocore, C., De Vecchi, R., Scalco, V., & Lamberts, R. (2020). Thermal preference and comfort assessment in air-conditioned and naturally-ventilated university classrooms under hot and humid conditions in Brazil. *Energy and Building*, 211, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109783>
- Cardona, D., González, J., Rivera, M., & Cárdenas, E. (2013). *Inferencia estadística. Módulo de regresión lineal simple*. Universidad del Rosario. https://doi.org/10.48713/10336_10447
- Casals-Tres, M., Arcas-Abella, J., & Pagès-Ramon, A. (2011). Habitabilidad, un concepto en crisis. Sobre su redefinición orientada hacia la sostenibilidad. *Informes de la construcción*, 63, 21-32. <https://doi.org/10.3989/ic.11.061>
- Castro, M., Romero, L., Borré, C., & Anguiano, A. (2001). Habitabilidad, medio ambiente y ciudad. *Ciudades*, 51, 8-10. <http://rniu.buap.mx/edit/revistas/contenido.php?id=51>

- Cheung, T., Schiavon, S., Parkinson, T., Li, P. & Brager, G. (2019). Analysis of the accuracy on PMV-PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, 153, 205-2017. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.055>
- Földváy-Ličina, V., Cheung, T., Zhang, H., de Dear, R., Parkinson, T., Arens, E., Chun, C., Schiavon, S., Luo, M., Brager, G., Li, P., Kaam, S., Adebamowo, M., Andamon, M., Babich, F., Bouden, C., Bukovianska, H., Candido, C., Cao, B., Carlucci, S., & Zhou, X. (2018). Development of the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, 142, 502-512. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.022>
- Garfias, A., & Guzmán, A. (2018). Metodología para el análisis de la habitabilidad urbana. *Arquitectura y Urbanismo*, 39(1), 75-87. <https://www.redalyc.org/journal/3768/376858935007/html/>
- Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez, G., & Ruiz, R. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Palapa*, 2(001), 45-57. <https://www.redalyc.org/pdf/948/94820107.pdf>
- Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez-Morales, G., Pavel Ruiz, P., Marincic, I., González, E., & Tejeda, A. (2014). Extreme adaptation to extreme environments in hot dry, hot sub-humid and hot humid climates in Mexico. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 8(8), 929-942. <https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5549b892698c0.pdf>
- Hernández Aja, A. (2009). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI*, 24(65), 79-111. <https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/61930>
- Hernández, G., & Gómez, A. (2007). La temperatura ambiental y su vinculación con el aprovechamiento escolar. *Palapa. Revista de Investigaciones Científicas en Arquitectura*, 2(002), 21-30. <https://www.redalyc.org/pdf/948/94820204.pdf>
- Humphreys, M. A., Nicol, J. F., & Raja, I. A. (2007). Field studies of indoor thermal comfort and the progress of the adaptive approach. *Advances in Building Energy Research*, 1(1), 55-88. <https://doi.org/10.1080/17512549.2007.9687269>
- International Organization for Standardization (1995). *ISO 10551: 1995 (E) Ergonomics of thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales*. ISO. <https://www.iso.org/standard/67186.html>
- International Organization for Standardization (2008). *ISO 9920: 2008 (E). Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*. ISO. <https://www.iso.org/standard/39257.html>
- International Organization for Standardization (2021). *ISO 8996: 2021 (E). Ergonomics of the thermal environment - Determination of metabolic rate*. ISO. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/44/74443.html>
- Izquierdo Ramírez, R., & López Cervantes, A. (2018). Ámbitos de la habitabilidad para el estudio del espacio público. Caso de estudio frontera, Centla, Tabasco. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (4), 45-60. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i4.90>
- Ji, W., Zhu, Y., & Cao, B. (2020). Development of the predicted thermal sensation (PTS) model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database. *Energy and Building*, 211, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109780>
- Jindal, A. (2018). Thermal comfort study in naturally ventilated school classrooms in composite climate of India. *Building and Environment*, 142, 34-46. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.051>
- Kelmansky, D. (2010). Regresión lineal simple. En *Estadística (Q)* (pp. 201-231). Universidad de Buenos Aires. http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2010/2/C014%20Regresion%20Lineal%20Simple%20.pdf
- Liu, S., Schiavon, T., Prasanna Das, H., Jin, M., & Costas, J. (2019). Personal thermal comfort models with wearable sensors. *Building and Environment*, 162, 106281. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106281>

- Loomans, M., Mishra, A., & Kooi, L. (2020). Long-term monitoring for indoor climate assessment-The association between objective and subjective data. *Building and Environment*, 179, 106978. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106978>
- López, A., Chasco, C., & Navarrete, M. (2009). Auditoría urbana: Indicadores y tipología de las ciudades europeas. *Aspectos territoriales del desarrollo: Presente y futuro, I*, 173-189. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/663824>
- López-Cañedo, J. Y., Rincón-Martínez, J. C., & Fernández-Melchor, F. (2021). Estimation of thermal comfort by physical variable of the thermal environment: A study in open spaces at UABC-Sauzal, Mexico. *Revista de Ciencias Tecnológicas (RECIT)*, 4(2), 58-80. <https://doi.org/10.37636/recit.v425880>
- Luo, M., Xie, J., Yan, Y., Ke, Z., Yu, P., Wang, Z., & Zhang, J. (2020). Comparing machine learning algorithms in predicting thermal sensation using ASHRAE Comfort Database II. *Energy and Building*, 210, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109776>
- Núñez-de Anda, A., Rincón-Martínez, J. C., Bojórquez-Morales, G., & Llamas-Estrada, A. (2024). Confort higrotérmico en espacios públicos abiertos de clima mediterráneo en periodo de transición térmica. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 25(01), 1-12. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2024.25.1.005>
- Martínez-Bermúdez, E., & Rincón-Martínez, J. C. (2024). Estimación del confort térmico en espacios exteriores: evaluación del periodo frío en Ensenada, Baja California. *Revista de Arquitectura*, 26(2), 151-166. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.3637>
- Mayorga, J. (2012). *Arquitectura y confort térmico: Teoría, cálculo y ejercicios*. Plaza y Valdés Editores.
- Mishra, A. (2018). *Statistical analysis of data from thermal comfort field studies*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14484.60801>
- Mishra, A., & Ramgopal, M. (2015). A thermal comfort field study of naturally ventilated classrooms in Kharagpur, India. *Building and Environment*, 92, 396-406. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.024>
- Montazami, A., Gaterell, M., Nicol, F., Lumley, M., & Thoua, C. (2017). Developing an algorithm to illustrate the likelihood of the dissatisfaction rate with relation to the indoor temperature in naturally ventilated classrooms. *Building and Environment*, 111, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.10.009>
- Páramo, P., & Burbano Arroyo, A. M. (2013). Valoración de las condiciones que hacen habitable el espacio público en Colombia. *Territorios*, (28), 187-206. <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/2557>
- Páramo, P., Burbano, A., & Fernández-Londoño, D. (2016). Estructura de indicadores de habitabilidad del espacio público en ciudades latinoamericanas. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 18(2), 6-26. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.2>
- Rincón, J. (2019). *Confort térmico en interiores: Estimación con los enfoques adaptativo y predictivo*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Rincón-Martínez, J. C. (2023). Basic methods used for data analysis in adaptive thermal comfort studies. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24(01), 1-17. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.002>
- Rincón, J., Núñez, A., & Fernández, F. (2023). Indoor thermal comfort from the estimation thermal environment's physical variables in temperate-dry bioclimate. En D. Bienvenido-Huertas (Ed.), *Cooling technologies - technologies and systems to guarantee thermal comfort in efficient buildings*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001123>
- Rincón, J. [Julio Rincón]. (2024). *EHDaP: Environmental Habitability Data Processor* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/mDen12jKQ5c>
- Valladares, R., Chávez, M., & López de Asiain, M. (2015). Indicadores urbanos de habitabilidad: ¿qué medir y por qué? En R. Valladares (Coord.), *Diversas visiones de la habitabilidad* (pp. 15-38). Red Nacional de Investigación. <http://hdl.handle.net/10553/112900>

Villaseñor Corona, E., Martín del Campo Saray, F. J., Bojórquez Morales, G., & García Gómez, C. (2021). Estudio de habitabilidad ambiental en espacios públicos exteriores de El Grullo, Jalisco, México. *Anales de Investigación en Arquitectura*, 11(2). <https://doi.org/10.18861/ania.2021.11.2.3177>

Wang, Z., Zhang, H., He, Y., Luo, M., Li, Z., Hong, T., & Ln, B. (2020). Revisiting individual and group differences in thermal comfort based on ASHRAE database. *Energy and Building*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110017>

