



Revista en Ciencias
de los
Ámbitos Antrópicos

ARTIFICIO

AÑO 2025

julio-diciembre



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

no. 8



Artificio® tiene por objetivo construir desde un enfoque multidisciplinar el conocimiento sobre la ciencias y métodos en el estudio de los Ámbitos Antrópicos, entendido como prácticas, herramientas y procesos desde ópticas como el diseño, el urbanismo, la arquitectura y la ingeniería civil, y otras.

El enfoque de Artificio sigue creciendo y actualizándose. Como antecedentes consideramos perspectivas como las Ciencias de lo Artificial de Herbert Simon, cruciales para comprender el entorno natural y construido y el rol que los seres humanos tienen en su desarrollo. Además, la condición humana de Hanna Arendt también es necesaria para comprender al homo faber y su capacidad para desarrollar herramientas y transformar el entorno. Por ello, el antropoceno como campo emergente puede ser un ejemplo de nuevas corrientes que surgen de cruces interdisciplinarios, vinculando perspectivas como innovación y sustentabilidad.

El entorno desde la perspectiva de Artificio, es concebido en un sentido más amplio, como un conjunto de circunstancias naturales y artificiales así como fenómenos políticos, sociales, económicos y tecnológicos que envuelven, se relacionan y afectan o son afectados por actividades humanas.

Arbitrada mediante el sistema de doble-ciego y de periodicidad semestral en la modalidad de publicación continua, Artificio publica artículos en español e inglés.

ARTIFICIO

Número 8 (Julio-Diciembre 2025), es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Aguascalientes a través del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20100, correo-e: ralopez@edu.uaa.mx. Editor responsable: Dr. Ricardo López-León. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-102111313400-102, e-ISSN: 2992-7463, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Las opiniones expresadas por los/as autores/as no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Todas las ediciones en
<https://revistas.uaa.mx/>

Índice

Presentación

Presentation

Gabriel Ángel López Macías

Editor Asistente

IV



Percepción de estudiantes de diseño industrial sobre las personas mayores. Industrial design students' perceptions of older adults.

Annika Maya Rivero

Universidad Nacional Autónoma de México

1



Zonificación del peligro de subsidencia mediante análisis condicional. Caso de estudio Valle de Aguascalientes.

Conditional analysis for land subsidence hazard zoning: a case study in the Aguascalientes Valley.

Hugo Luna-Villavicencio, Isaí Gerardo Reyes-Cedeño, Raudel Padilla-Ceniceros, William Herbe Herrera-León

Universidad Panamericana, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tecnológico Nacional de México

13



La topología como herramienta empática en arquitectura: Casa La Peña desde la Teoría de Norberg-Schulz.

Topology as an empathic tool in architecture: Casa La Peña through the Lens of Norberg-Schulz's Theory.

Bettina Valeria Mondragón Ruiz

Universidad Autónoma Metropolitana, México

30



Reseña de libros.

Diseño gráfico y fabrica visual, el poder de la comunicación visual en la industria

Mónica Susana De La Barrera Medina

45

Directorio Institucional

Dra. en Admón. Sandra Yesenia Pinzón Castro
Rectora de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dr. en Dcho. José Manuel López Libreros
Secretario General

Mtra. en Ing. Amb. Ma. Guadalupe Lira Peralta
Decana del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Dr. en Amb. Ant. Mario Ernesto Esparza Díaz de León
Secretario de Investigación y Posgrado

Directorio Editorial

Editor
Ricardo López-León
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes, México.*

Editor Asistente
Gabriel Angel López Macías
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes, México.*

Consejo editorial

Tom Børsen
Aalborg University, Denmark.

Ricardo Sosa
Auckland University, New Zeland.

Ainoa Abella
*Elisava, Facultad de Diseño e Ingeniería
de Barcelona, España.*

Nancy Jiménez Martínez
*Universidad Nacional Autónoma de
México, México.*

Juan Carlos Ortíz Nicolás
*Universidad Nacional Autónoma de
México, México.*

Anuar Pacheco Guerrero
*Universidad Autónoma de
Zacatecas, México.*

Rubén Garnica Monroy
Tecnológico de Monterrey, México.

Jesús Pacheco Martínez
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes, México.*

Enrique Santiago García
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes, México.*

Presentación

Responsabilidad y sentido del diseño en el Antropoceno.

Editor Asistente **Gabriel Ángel López Macías**

Habitar el Antropoceno implica reconocer que cada acción humana deja una huella sobre el territorio, la materia y la percepción. La era antrópica nos sitúa ante una paradoja: somos agentes con capacidad de transformar el mundo, pero también responsables de reparar el equilibrio que hemos alterado. En dicho contexto, el diseño se erige como campo estratégico de sostenibilidad para la mediación entre la técnica y la ética, entre la innovación y la conservación, entre el bienestar y la responsabilidad.

Las aportaciones reunidas en este número de *Artificio* dialogan con esta condición de nuestro presente: cómo el diseño y las ciencias de los ámbitos antrópicos pueden contribuir a la regeneración del entorno físico, social y simbólico. No se trata solo de diseñar objetos, espacios o sistemas aspiracionales por interés, sino de prospectar y operar un diseño que rediseñe la relación del ser humano con el planeta y con los otros. Como señala Fry (2020), el diseño debe asumir una postura “defuratal”, aquella enfocada en reparar, en principio, los futuros que nuestras propias acciones ponen en riesgo.

En el trabajo de **Maya Rivero**, sobre la *percepción de los estudiantes de diseño industrial respecto a las personas mayores*, evidencia el peso del edadismo como sesgo cultural. En el contexto del Antropoceno, donde la longevidad redefine las estructuras sociales y laborales, debemos reflexionar sobre un diseño que enfrente el reto de reconstruir imaginarios no solo más inclusivos, sino equitativos. Diseñar para la longevidad significa, también, diseñar para una ética del cuidado: una visión que valora la diversidad, la interdependencia y la continuidad de la vida. Como menciona Tonkinwise (2023), el diseño debe comprender la interdependencia como principio estructural del bienestar colectivo.

En el contexto geotécnico y territorial, la investigación de **Luna-Villavicencio, Reyes-Cedeño, Padilla-Ceniceros, López-Escobar y Herrera-León**, sobre la *zonificación del peligro de subsidencia mediante análisis condicional en el Valle de Aguascalientes*, muestra cómo las dinámicas extractivas de agua subterránea son expresión tangible de la crisis antrópica. Su estudio se presenta como una herramienta científica para la planificación sostenible y subraya que los problemas del territorio no son exclusivamente técnicos, sino también consecuencia de sistemas culturales: el suelo que habitamos suele ser espejo de nuestras decisiones colectivas. Siguiendo a Escobar (2018), el territorio pensado desde el diseño debe reconocerse como un espacio de cohabitación sostenible.

Por su parte, **Mondragón Ruiz**, examina *la topología como herramienta empática en la arquitectura*, devolviendo al debate la pregunta esencial del habitar: ¿cómo crear espacios que favorezcan la empatía y el equilibrio emocional? En tiempos donde los entornos contruidos tienden a la estandarización, recuperar la dimensión simbólica y fenomenológica del espacio se vuelve un acto de rebeldía, de resistencia. Su lectura desde la teoría de Norberg-Schulz recuerda que el lugar es siempre encuentro entre materia, memoria y emoción. Su propuesta enfatiza que el bienestar humano depende de la calidad de los espacios, donde cuerpo, mente y entorno dialogan de manera inteligente y ética, tal como lo ha explorado Mallgrave (2021).

Finalmente, la reseña de De la **Barrera Medina**, dedicada al libro *Diseño gráfico y fábrica visual*, resalta el papel del diseño en los procesos productivos contemporáneos, donde en la llamada “fábrica visual” la comunicación se transforma en una infraestructura que organiza la información, pero también la conciencia del trabajo. En este sentido, se reflexiona sobre un proceso de alfabetización visual que humaniza los entornos tecnológicos, articulando la claridad informativa con la responsabilidad social de la producción.

Es así, que las contribuciones de este número muestran que el diseño, en sus aristas disciplinares, puede ser una práctica de reparación y acción sostenible. Reparar no en el sentido nostálgico de volver atrás, sino en el de restablecer vínculos entre sistemas que hemos disociado: lo humano y lo natural, lo técnico y lo simbólico, lo local y lo global. Tal como sugiere Manzini (2020), el diseño debe ser visto como una forma de “cosmopolítica del cuidado”, en la que la creatividad se oriente hacia la convivencia sostenible.

En el Antropoceno, el bienestar deja de ser una meta individual para convertirse en una responsabilidad compartida. El diseño, como disciplina antrópica por excelencia, tiene la obligación de imaginar futuros habitables; una imaginación que requiere pensamiento crítico, sensibilidad ética y una visión biomimética de la técnica.

Cada artículo de este número, desde su escala -cuerpo, casa, ciudad, industria-, recuerda que el diseño no solo da forma a los objetos, sino a las posibilidades mismas de existencia. De ahí que el acto de diseñar sea, en última instancia, un ejercicio de conciencia: una forma de responder, desde el conocimiento, a las huellas que dejamos en el mundo.

References

Fry, T. (2020). *Defuturing: A new design philosophy* (2nd ed.). Bloomsbury Academic.

Tonkinwise, C. (2023). Designing for interdependence: Ethics in posthuman design futures. *Design and Culture*, 15(2), 123–140.

Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence, autonomy, and the making of worlds*. Duke University Press.

Mallgrave, H. F. (2021). *Building paradise: Architecture and the ecologies of human flourishing*. Routledge.

Manzini, E. (2021). *Livable Proximity: Ideas for the city that cares*. EGEA.

Presentation

Responsibility and the Meaning of Design in the Anthropocene

By **Gabriel Ángel López Macías**

To inhabit the Anthropocene implies recognizing that every human action leaves a trace on territory, matter, and perception. The anthropic era places us before a paradox: we are agents with the capacity to transform the world, yet we are also responsible for repairing the balance we have altered. In this context, design emerges as a strategic field of sustainability that mediates between technique and ethics, between innovation and conservation, between wellbeing and responsibility.

The contributions gathered in this issue of *Artificio* engage with this condition of our present: how design and the sciences of the anthropic realms can contribute to the regeneration of the physical, social, and symbolic environment. It is not only a question of designing aspirational objects, spaces, or systems out of vested interest, but of prospecting and enacting a design that redesigns the relationship between human beings, the planet, and others. As Fry (2020) notes, design must assume a “defutural” stance—one focused, above all, on repairing the futures that our own actions place at risk.

The paper by **Maya Rivero**, on the *perception of industrial design students regarding older adults*, reveals the weight of ageism as a cultural bias. In the Anthropocene—where longevity reconfigures social and labor structures—we must reflect on a design practice that confronts the challenge of reconstructing imaginaries that are not only more inclusive, but also more equitable. Designing for longevity therefore means designing for an ethics of care: a vision that values diversity, interdependence, and the continuity of life. As Tonkinwise (2023) argues, design should understand interdependence as a structural principle of collective wellbeing.

In the geotechnical and territorial realm, the research by **Luna-Villavicencio, Reyes-Cedeño, Padilla-Ceniceros, López-Escobar, and Herrera-León**, on the *hazard zoning for land subsidence using conditional analysis in the Aguascalientes Valley*, demonstrates how the extractive dynamics of groundwater are a tangible expression of the anthropic crisis. Their study offers a scientific tool for sustainable planning and emphasizes that territorial problems are not exclusively technical; they are also consequences of cultural systems. The ground we inhabit often mirrors our collective decisions. Following Escobar (2018), territory conceived from the perspective of design should be recognized as a space of sustainable cohabitation.

Meanwhile, **Mondragón Ruiz** examines *topology as an empathic tool in architecture*, returning to the debate the essential question of dwelling: how to create spaces that promote empathy and emotional balance. In times when built environments trend toward standardization, reclaiming the symbolic and phenomenological dimension of space becomes an act of dissent, a form of resistance. Her reading through Norberg-Schulz's theory reminds us that place is always an encounter among matter, memory, and emotion. Her proposal emphasizes that human wellbeing depends on the quality of spaces, where body, mind, and environment engage in an intelligent and ethical dialogue—an idea further explored by Mallgrave (2021).

Finally, the review by **De la Barrera Medina**, devoted to the book *Diseño gráfico y fábrica visual*, highlights the role of design in contemporary productive processes, where the so-called “fábrica visual” functions as an infrastructure: design organizes information but also the conscience of labor. In this sense, we reflect on a process of visual literacy that humanizes technological environments, articulating communicative clarity with the social responsibility of production.

Thus, the contributions in this issue demonstrate that design—across its disciplinary facets—can be a practice of repair and sustainable action. To repair does not mean nostalgically reverting to a former state, but restoring connections between systems we have severed: the human and the natural, the technical and the symbolic, the local and the global. As Manzini (2020) suggests, design should be conceived as a form of “cosmopolitics of care,” where creativity is oriented toward convivial and sustainable coexistence.

In the Anthropocene, wellbeing ceases to be an individual goal and becomes a shared responsibility. Design, as the quintessential anthropic discipline, is obliged to imagine habitable futures—an imagination that requires critical thinking, ethical sensitivity, and a biomimetic vision of technique.

Each article in this issue—from the scale of body, house, city, to industry—reminds us that design not only shapes objects but schematizes the very possibilities of existence. Hence, the act of designing is ultimately an exercise of conscience: a way of responding, from knowledge, to the traces we leave on the world.

References

Fry, T. (2020). *Defuturing: A new design philosophy* (2nd ed.). Bloomsbury Academic.

Tonkinwise, C. (2023). Designing for interdependence: Ethics in posthuman design futures. *Design and Culture*, 15(2), 123–140.

Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence, autonomy, and the making of worlds*. Duke University Press.

Mallgrave, H. F. (2021). *Building paradise: Architecture and the ecologies of human flourishing*. Routledge.

Manzini, E. (2021). *Livable Proximity: Ideas for the city that cares*. EGEA.

Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

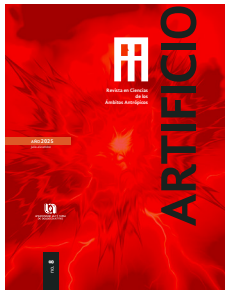
Núm. 8 (2025) periodo julio-diciembre

e-ISSN

2992-7463

Site

<https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio>



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

Núm. 8 (2025) periodo julio-diciembre

e-ISSN
2992-7463

Site

[https://revistas.uaa.mx/
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



Percepción de estudiantes de diseño industrial sobre las personas mayores

Industrial design students' perceptions of older adults

Annika Maya Rivero

Centro de Investigaciones de Diseño Industrial
Facultad de Arquitectura, UNAM
ORCID: 0000-0002-2648-4977
annika.maya@cidi.unam.mx

Recived: 2025-05-08

Accepted: 2025-05-20

Cómo citar este trabajo. *How to cite this paper.*

Maya Rivero, A. (2025). Percepción de estudiantes de diseño industrial sobre las personas mayores. *Artificio* (8), eArt.0801, 1-12.

Percepción de estudiantes de diseño industrial sobre las personas mayores

Annika Maya Rivero

Resumen

Diseñar pensando en la nueva longevidad humana requiere de una visión abierta y alejada de estereotipos sobre los usuarios finales, con la finalidad de conocer la percepción que los actuales diseñadores y diseñadoras industriales en formación tienen con respecto a las personas mayores, se aplicó, a un grupo de 61 estudiantes del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Cuestionario de Evaluación de Estereotipos Negativos hacia la Vejez (CENVE), además se indagaron los aspectos positivos que el estudiantado percibe sobre este grupo poblacional, categorizándolos por índice de frecuencia. Se encontró que el 83% de los y las participantes tienen una percepción negativa sobre las personas mayores.

Palabras clave: CENVE; diseño para personas mayores; diseño para la longevidad; edadismo; estereotipos.

Abstract

Designing with the new human longevity in mind requires an open mindset free from stereotypes about end users. To understand the perception that current industrial design students have regarding older adults, a group of 61 students from the Center for Industrial Design Research (CIDI) at the National Autonomous University of Mexico was administered the Negative Stereotype Assessment Questionnaire for Aging (CENVE). Additionally, positive aspects perceived by the students about this population group were explored and categorized by frequency index. It was found that 83% of participants have a negative perception of older adults.

Keywords: ageism; CENVE; design for older people; design for longevity; stereotyping

Introducción

Diseño para el envejecimiento y diseño para la longevidad

Iniciando con el diseño libre de barreras en los años 50's del siglo XX, llegando a la accesibilidad universal, así como al diseño para todos en países nórdicos, el diseño inclusivo en el Reino Unido y el diseño universal en los Estados Unidos de Norteamérica, hoy nos encontramos ante las tendencias del gerontodiseño y del diseño para la longevidad, que “des-cienden” de estos conceptos y formas de diseñar de manera incluyente. Además de vincularse estrechamente con la gerontología ambiental. El gerontodiseño tiene sus orígenes en Europa, específicamente en los trabajos de Joaquim Parra, quien postula que, el gerontodiseño, no es el acto de maliciosamente conspirar para vender productos para personas con deficiencias (2006), Parra analiza las características que el diseño para personas mayores debiera de tener y posteriormente es retomado para profundizar en ellas (véase Maya Rivero y Rubio Toledo, 2017). En la actualidad emerge la tendencia del diseño para la longevidad, conocido como D4L (por las siglas en inglés de *Design for Longevity*), el cual provee una visión holística para replantear, comprender y resolver desafíos de sistemas socioeconómicos complejos (Lee y Sicklinger, 2024, p. 12) el D4L incorpora una amplia gama de consideraciones como las dinámicas familiares, manejo de riesgos, cuidado de la salud, educación y más (Lee y Sicklinger, 2024, p. 12), de acuerdo con Lee y Sicklinger el diseño para la longevidad significa un cambio de paradigma en como los individuos perciben su viaje de vida (2024, p.12), dicha idea había sido también abordada en 2022, en el nuevo mapa de la vida, del Centro de Longevidad de Stanford (2022).

Estas tendencias de diseño, por supuesto no vienen solas, como el Centro de Longevidad de Stanford lo ha expuesto (*Stanford Longevity Center* [SLC], 2022) existe una permuta que, queramos o no, se está dando debido a los cambios demográficos que presenta nuestro planeta, de manera específica, en el contexto latinoamericano de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 2022, vivían 88.6 millones de personas mayores de 60 años en la región de Latinoamérica y el Caribe (2022), además de que se espera que en 2030 el 16.5% de la población de esta región esté

conformada por personas mayores de 60 años, la situación es, que de acuerdo con los datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la región Latina está envejeciendo más rápido con respecto a otras regiones del mundo (ONU, 2022), también con base en datos de esta organización, Cuba en el 2011, igualó la proporción de personas de 0 a 15 años con las personas mayores de 60, algo que ya le ha sucedido a Chile y a otros países de esta zona, Argentina y Colombia estarán en esta situación en el 2034, mientras que México llegará a esto en el 2037 (ONU, 2022).

Estas variaciones demográficas nos obligan a repensar el cómo hemos abordado al diseño para personas mayores, las perspectivas que hemos utilizado para dar solución a los retos que entraña el envejecimiento poblacional.

La percepción social de la vejez

En lo referente a estudios relacionados con la percepción social de la vejez es necesario hablar del viejismo, que es definido como cualquier actitud, acción o estructura institucional que subordina a una persona o grupo por razones de edad o, como asignación de roles discriminatorios en la sociedad, únicamente basados en la edad (Mendoza-Núñez, V.M., Martínez-Maldonado, M.L., y Vargas -Guadarrama, L.A, 2008, p.9) esta palabra denota un prejuicio en la sociedad en contra de los viejos (Mendoza-Núñez, V.M., Martínez-Maldonado, M.L., y Vargas -Guadarrama, L.A, 2008, p.9), este concepto fue definido a finales de los años 60's del siglo XX por Butler, quien hablaba de un proceso sistemático de discriminación hacia las personas por ser viejas (1969), este médico y gerontólogo, referente de la temática, remarcaba que el viejismo permite a las generaciones más jóvenes percibir a los viejos como personas distintas a ellos mismos, lo que de manera sutil, pero inminente, provoca que dejen de reconocerlos como seres humanos (Butler, 1969).

El viejismo se ha construido socialmente, teniendo al temor a la muerte, el énfasis en una cultura de la juventud, el énfasis en la productividad y los enfoques en el estudio del envejecimiento (Butler y Lewis, 1977). Mendoza-Núñez y colegas mencionan que aunque el envejecimiento no tiene por sí mismo implicaciones en las capacidades productivas de las personas, la creencia generalizada es que la vejez es

sinónimo de incapacidad para desempeñar labores remuneradas o el equivalente a la jubilación, de ahí que los viejos sean considerados como improductivos (2008, p.13).

Vargas-Guadarrama, Martínez-Maldonado, Vivaldo-Martínez y Mendoza-Núñez en 2008 generaron una tabla sobre la representación social de la vejez en diferentes culturas y periodos de la historia, en este compendio los autores comentan que no hay testimonios sobre como la vejez era vista en la prehistoria, pero en el antiguo oriente medio colocan lo que el visir del farón Tzezi, de la dinastía V en el año 2450 a.C decía sobre la vejez: es la peor de las desgracias que pueda afligir a un hombre (2008, p.59), no sólo este visir pensaba negativamente de la vejez, en la cultura judía se decía que los más sabios debieran de ser excluidos del sanedrín, pues la edad deforma su capacidad de juicio (Maimónides, Sahn, 1,3 citado en Vargas-Guadarrama *et al*, 2008, p. 59).

De manera más reciente, se ha hablado de las representaciones sociales mudas del viejismo, comprendiendo a dichas representaciones como las que no implican el lenguaje verbal y suelen ser imágenes, fotografías, entre otras formas de transmitir información (Abric, 2001), se ha dicho que se favoreció a una comprensión y entendimiento de la vejez catastrófica, resaltando las vulnerabilidades de este grupo de edad (Hernández Guerson y Saldaña Ibarra, 2021, p.108), esto en la representación social muda, de las personas mayores en México, con respecto al COVID 19.

En 2024, investigadores del Instituto Nacional de Geriátrica, en México, expresaban que es necesario visibilizar el problema de la discriminación por edad, el edadismo, en la vejez así como proponer mejores prácticas para combatirlo (González-García *et al.*, 2024)

El cristal con que se mira

Bien lo decía Ramón de Campoamor en 1846: “todo es según el color del cristal con que se mira”, la manera en como se perciben las cosas, las situaciones y problemáticas dependen de quien las observa, en cuestiones de vejez y envejecimiento, mirar desde un paradigma medicalizado implica concebir al “otro” como un objeto, como un cuerpo al que se le invade y se le imponen clasificaciones que tiene que

cumplir (Martínez Maldonado, Zecua Fernández y Arenas Sánchez, 2021, p.40), Martínez Maldonado y colegas, realizaron un análisis del cómo es percibida la persona mayor en diferentes ámbitos, en cuanto a las instituciones educativas, gran cantidad de intervenciones tienden a mirarlos exclusivamente como cuerpos biológicos que sufren procesos bioquímicos, fisiológicos y patológicos (2021, p.44).

Específicamente dentro del área del diseño se ha encontrado, de manera exploratoria, que el concepto de edadismo no es muy conocido (Rivero, 2023), en México, el gremio del diseño, comprendido como el que envuelve al diseño de producto, diseño industrial, diseño gráfico, diseño de comunicación visual, diseño arquitectónico, diseño urbano, diseño de servicios, diseño de experiencias, entre muchos otros, se enfoca mayormente en las deficiencias de las personas grandes, los productos con los que son relacionados estos individuos, son auxiliares auditivos, dentaduras, bastones, lentes, andaderas e incluso pañales (Rivero, 2023, p.341). Es necesario decir que, con relación a estudiantes de otras disciplinas, existen resultados positivos, alejados de una percepción negativa sobre las personas mayores (véase López Vargas *et al.*, 2024).

Resulta fundamental analizar los sentidos, significados e intenciones de las prácticas de las personas envejecidas y de las instituciones que tienen por encargo su atención, lo mismo que develar los significados de ser viejo/a entre quienes viven las vejez y entre quienes se encargan de realizar políticas y los programas. (Martínez Maldonado, Zecua Fernández y Arenas Sánchez, 2021, p.47)

Así como es necesario analizar los significados e intenciones de las prácticas de las personas envejecidas con un enfoque de políticas y programas, es necesario realizarlo desde la perspectiva de diseño de productos, servicios, experiencias y espacios. Si bien, existe el diseño centrado en la persona y el diseño participativo, como enfoques que nos brindan todo el bagaje sobre los usuarios para quienes y/o con quienes diseñamos, llegar a la aplicación de estas metodologías de diseño en las aulas, requiere que de inicio los y las estudiantes tengan la capacidad de mirar hacia estos sectores o grupos poblacionales lejanos a su contexto, una mirada prospectiva y libre de estereotipos que impidan el desarrollo de nuevos proyectos.

Es importante mencionar que los estereotipos que se tienen respecto a las personas mayores se encuentran internalizados en diferentes prácticas y contextos, como es el caso de la inteligencia artificial (IA) en el cual al pedirle a la IA generativa alguna imagen de personas mayores, lo que arroja con frecuencia son personas sentadas que parecen cansadas, frustradas y con problemas de movilidad (Linares-Lanzman, Stypinska y Rosales, 2025).

Continuando con evidencias de carácter demográfico, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) proyecta que el porcentaje de población mayor de 65 años, en México, pasará de 10.3 por ciento en 2030 a 16.8 en 2050 (2019, p. 51). Un aproximado de 27 millones de personas mexicanas tendrán más de 65 años, en contraste con la población de 18 a 24 años, que disminuirá paulatinamente hasta llegar a 13 millones de personas en 2050 (CONAPO, 2019, p.45). Estos números permiten darse cuenta de una de las realidades a la que nos enfrentaremos como sociedad mexicana, quienes ingresen a la licenciatura en diseño industrial en próximos años al encontrarse en su pleno desarrollo profesional, serán quienes enfrenten de cara al México envejecido.

Las implicaciones de vivir más, conllevan a pensar en la dependencia que pueda existir de las personas mayores con respecto a su entorno (social y físico). También de acuerdo con la CONAPO, se pronostica que en 2050, de cada 100 personas mayores de 65 años 25 presentarán algún tipo de dependencia (2019, p. 56) y de acuerdo con Páez, en 2020 las personas con alguna limitación física o mental vivieron al rededor de 8 años con esa limitación (2022, p.132). Por lo anterior sé pudiera pensar que las personas mayores vivirán un lapso similar con dependencia. En América Latina y el Caribe se considera que alrededor de 8 millones de personas mayores requieren ayuda, en la actualidad, para la realización de sus actividades básicas de la vida diaria, tales como comer, vestirse o bañarse, cifra que podría triplicarse alcanzando 27 millones, en 2050 (Montes de Oca Zavala, 2023, p.78). Se ha estudiado la dependencia de las personas mayores desde perspectivas como las políticas y sistemas de cuidados a largo plazo que deben de implementarse (véase Montes de Oca Zavala, 2023), cuestiones que también son competencia del diseño.

Se puede decir que existen las necesidades desde el área de la salud, al hablar de personas mayores

con dependencia, personas que requieren asistencia por que su envejecimiento se ha vuelto patológico y que por otro lado se encuentran las necesidades del mantenimiento de la salud, la promoción de una vida saludable y activa a través de un cuidado preventivo, activación física, buena alimentación, entre otros ejemplos. Pero la salud no es el único tema que la nueva longevidad humana pone en la mira, lo son muchas necesidades e implicaciones que vivir mas años trae consigo, como el área laboral y de desarrollo humano, el esparcimiento, los ritmos de vida, entre otras.

Las escuelas de diseño y los proyectos para la longevidad

La temática de diseño para personas mayores, recientemente reformulada hacia el diseño para la longevidad, es abarcada por los estudiantes de diseño industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), sin embargo el número de proyectos que tienen en cuenta al envejecimiento de la población y sus implicaciones es limitado, esto con base en las tesis para la obtención del grado de Licenciado(a) en Diseño Industrial, publicadas en la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información (DGB UNAM) de enero de 2019 a febrero de 2024, pues de los 118 documentos solo seis se enfocan en temas relacionados con la longevidad humana, dentro de estos seis, dos abordan padecimientos que son más propensos al envejecer (como el Parkinson y Alzheimer), pero no exclusivos de las personas mayores, de estas seis tesis, cuatro fueron realizadas dentro del Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI).

Pareciera que, pese a los datos demográficos analizados y emitidos por las instituciones mencionadas con anterioridad, desde la disciplina del diseño no se le esta prestando atención suficiente a los retos que esta inversión de pirámide poblacional generará en un futuro muy cercano. Además, se resalta que las visiones mencionadas, referentes al diseño universal e incluso son conocidas por el estudiantado y profesorado, por lo que emerge la pregunta: ¿Cuál es la percepción que los estudiantes de diseño industrial tienen con respecto a las personas mayores? Se creé que conocerla, dentro del contexto mexicano¹, es necesario para poder dar pie al D4L, pues al saber de donde se parte, será posible trabajar en estrategias de enseñanza fundamentadas.

Desarrollo

Participantes

Se obtuvo una muestra no probabilística de 61 estudiantes pertenecientes al CIDI de la UNAM, matriculados dentro de la materia de diseño 7 de la licenciatura. Como criterio de inclusión se estableció que fueran alumnos activos y actuales, como criterio de exclusión se estableció el no ser de nacionalidad mexicana.

El rango de edad de 60 participantes fue de 20 a 29 años, 1 estudiante dijo estar dentro de los 30 a 39 años. En cuanto al sexo, 23 participantes fueron de sexo masculino y 38 femenino. Con relación a su género, 58 personas se identificaron como cisgénero, 2 como bigénero y 1 como no binario.

Su relación actual con las personas mayores.

Más del 95% de quienes participaron dijeron tener algún contacto con personas mayores de 60 años. El 34.4 % de las personas participantes dijo haber tenido contacto con una persona de 70 a 79 años, el 31.1% dijo haber tenido contacto con una persona de 60 a 69 años, el 21.3% dijo haber tenido contacto con una persona de 80 a 89 años, el 8.1% de las personas participantes dijo haber tenido contacto con una persona de 90 a 99 años en contraste con el 4.9% restante, quienes afirmaron nunca haber tenido contacto con ninguna persona mayor de 60 años en adelante.

El tipo de contacto que las personas participantes del estudio dijeron tener con las personas mayores fue: 41% un contacto frecuente (2 veces al mes), 28 % un contacto esporádico (menos de 6 veces al año), 23 % un contacto diario, el resto de los participantes (8%) contestó que no aplicaba, debido a que nunca tienen contacto.

Por más de 5 años, el 41% del estudiantado ha experimentado el tipo de contacto que refieren con las personas mayores, 20% han tenido dicho contacto por meses, 6.5% han tenido ese contacto entre 1 a

5 años y el resto contestó que no aplicaba debido a que no es muy frecuente el contacto.

El 77% de las personas del presente estudio dijo nunca haber cuidado a una persona mayor con dependencia en contraste con el 33% que dijo sí. Con relación a la formación especializada sobre vejez y envejecimiento sólo 2 participantes dijeron tenerla (3.3%).

Nivel socioeconómico.

20 de los 61 participantes se encuentra dentro del nivel A/B, 6 dentro del nivel C, 11 corresponden al nivel C-, 21 al nivel C+ y finalmente 3 al nivel D+.

El instrumento

Las personas participantes contestaron un cuestionario en formato de Google Forms que, junto a indicadores sociodemográficos (nacionalidad, rango de edad, sexo y género) recogió información sobre su perfil socio económico, con base en el Cuestionario de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión AC (AMAI) versión 2022 así como a la siguiente información:

- El contar o no con formación especializada sobre envejecimiento y vejez con una pregunta con opción dicotómica (sí o no).
- El grado de contacto con personas mayores con varias opciones (diario, frecuente, esporádico y ninguno).
- La duración del grado de contacto con las personas mayores con varias opciones (más de 5 años, de 1 a 5 años, por meses o no aplica).
- Los estereotipos negativos hacia la vejez, mediante la adaptación del Cuestionario de Estereotipos Negativos hacia la Vejez (CENVE) de González-Salas, Juárez-Hernández y Gámez-Mier (2022). El CENVE es una escala auto administrada de 14 ítems con una escala de respuesta Likert de 4 opciones (desde 1 = muy en desacuerdo hasta

¹ Pese a no contar con una muestra representativa de estudiantes de diseño industrial en México, es importante remarcar que la muestra no probabilística, corresponde a más del 90% de una generación entera de estudiantes de diseño industrial de la UNAM, lo cual cobra relevancia al contextualizar que dicha

universidad se encuentra dentro de las primeras cien mejores del mundo, cinco mejores en América Latina y dentro las primeras 5 en México, esto con base en datos del sitio: <https://www.topuniversities.com/universities/universidad-nacional-autonoma-de-mexico-unam#p2-rankings>

4 = muy de acuerdo); las puntuaciones finales indican unas creencias más negativas cuanto más elevado sea el valor obtenido.

- La mención de un aspecto positivo sobre las personas mayores.

Procedimiento

Se les explico, de manera presencial, a las personas participantes las instrucciones para contestar el cuestionario en google forms, estableciendo que sus datos serían confidenciales y que no estaban obligados a contestarlo si es que así lo decidían. El tiempo de aplicación del cuestionario fue de 20 minutos. Las preguntas correspondientes al CENVE se presentaron con una escala de Likert, donde 1 correspondía a “muy en desacuerdo” y 4 a “muy de acuerdo”, durante toda la aplicación la autora estuvo presente para resolver alguna duda técnica.

Análisis de resultados

Los resultados fueron exportados a un documento de hoja de cálculo, dentro del cual se obtuvieron porcentajes sobre los datos sociodemográficos, así como los antecedentes relacionados con el contacto con personas mayores. En lo que se refiere a los datos del CENVE, estos fueron divididos en las tres categorías sugeridas por González-Salas y colegas (2022): Salud, motivación-social-ocupacional y carácter-personalidad. Se realizó una sumatoria por cada área y se obtuvo un promedio de cada una de las mismas, de manera general, así como del total de las tres dimensiones analizadas.

En lo que respecta a los datos cualitativos, sobre la percepción positiva que los estudiantes de diseño industrial tienen sobre las personas mayores, recabado utilizando la pregunta “¿Que aspecto positivo sobre las personas mayores puedes mencionar?” se realizó un análisis temático, categorizando las respuestas que fueron analizadas palabra por palabra en búsqueda de coincidencias.

Resultados

El CENVE

Para comprender los resultados es necesario decir que, con base en Blanca, Sánchez y Trianes las pun-

tuaciones altas indican un elevado grado de creencia en los estereotipos negativos de la vejez, mientras que puntuaciones bajas indican poco nivel de creencia en tales estereotipos negativos (2005, p.216). La mayor puntuación posible CENVE es de 56, pero de manera particular, en las dimensiones de salud y motivación-social-ocupacional, el puntaje posible es de 20 en ambas dimensiones, mientras que para la dimensión carácter-personalidad, el puntaje posible es de 16.

De manera general el puntaje promedio de las personas participantes fue 35 de 56 puntos, en la dimensión de salud así como dentro de la dimensión motivación-social-ocupacional, la puntuación promedio fue 16, en la dimensión carácter-personalidad, el puntaje promedio fue de 14.

El 83% de los y las participantes tienen una percepción negativa sobre las personas mayores y la vejez pues rebasan la media (28), este porcentaje coincide con lo que ocurre de manera específica en la dimensión de salud y en la dimensión motivación-social-ocupacional, pues es también 83%, el porcentaje más alto de percepción negativa sobre las personas mayores y la vejez es el referente a la dimensión carácter-personalidad (86%).

Los estereotipos sobre la vejez y las personas mayores que los y las alumnas de diseño industrial poseen son más fuertes en la dimensión del carácter y la personalidad, pese a que dentro de los aspectos positivos, las menciones hagan referencia a esta misma dimensión.

Aspectos positivos sobre las personas mayores

Con base en la frecuencia, los y las estudiantes de diseño industrial, mencionaron los siguientes aspectos positivos sobre las personas mayores:

1. Tienen experiencia, mucho conocimiento y sabiduría: “Son personas que tienen un bagaje único”, “Tienen muchos conocimientos que pueden transmitir a las nuevas generaciones”.
2. Son compartidas, comparten lo que saben, cuentan sus historias, brindan consejos: “Te enseñan ver el lado positivo de la vida, dando buenos consejos”, “te cuentan historias de su juventud”.

3. Son amorosas, cariñosas y generosas: “Les tengo mucho afecto y ellas a mí, se preocupan por mí y nos acompañamos mutuamente”, “Mínimo mis abuelos y abuelas son generosos y cariñosos”.
4. Tienen una perspectiva de vida más amplia y diferente: “A menudo son más relajados respecto a la vida y ven las cosas desde una perspectiva más amplia”, “Experiencia y una perspectiva más saludable sobre la vida”.
5. Son empáticas y comprensivas: “Suelen ser muy empáticos”, “A pesar de sus limitaciones y como se sientan, son personas perseverantes, amables, comprensivos...”
6. Buscan ayudar: “Siempre buscan ayudar y nunca pretender ser una molestia para otros”, “Tienen mucha voluntad por ayudar y seguir siendo útiles sobre todo con sus seres queridos”.

Todas las puntuaciones más altas, que rebasaron los 40 puntos y por ende reflejan una percepción muy negativa hacia las personas mayores también asocian a la gente mayor con sabiduría y experiencia. Quienes tuvieron un puntaje por debajo de la media (28 puntos) asocian a las personas mayores con el ser comprensivas y empáticas así como con tener una perspectiva de vida más amplia y diferente.

Correspondencia entre la relación actual con las personas mayores y la percepción de los y las estudiantes con respecto a las personas mayores.

Quienes dijeron convivir diariamente con las personas mayores tienen en promedio un puntaje de 42, lo que indica una percepción muy negativa de las personas mayores. Quienes conviven de manera esporádica y de manera frecuente tienen un puntaje promedio de 33, en lo que respecta a los que no tienen un contacto con gente mayor su puntaje promedio es de 36.

El nivel socioeconómico y sexo en la percepción de los y las estudiantes con respecto a las personas mayores.

No existe una relación clara o contundente respecto a la incidencia del nivel socioeconómico y la percepción de la vejez y las personas mayores. Se encontró que los participantes del sexo masculino tuvieron un

puntaje promedio de 38 mientras que participantes del sexo femenino tuvieron 33.

Estos hallazgos, dentro del contexto de escuela de diseño, aunque descriptivos y exploratorios, indican que es posible que exista una relación entre la poca producción de proyectos enfocados en personas mayores y la percepción que los y las diseñadoras en formación tienen con respecto a este grupo poblacional.

Discusión

Durante décadas hemos hablado del diseño inclusivo y universal, ahora recientemente con vertientes nuevas como el diseño para la longevidad y el gerontodiseño ¿es posible que el discurso que se ha sostenido sobre el diseño para personas mayores genere esta percepción negativa sobre las mismas? Es probable. No es menester de esta investigación descubrirlo, pero con base en los resultados obtenidos surge la posibilidad de vincular el papel que la enseñanza del diseño para personas mayores tiene dentro de la visión estereotipada que tanto alumnos como alumnas del 7º semestre de la licenciatura en diseño industrial poseen sobre este diverso grupo etario.

Si bien, el estudio realizado, no se cataloga como cuantitativo, los hallazgos son indicios de posibles tendencias, sujetas a un análisis más profundo y sobre todo con una muestra representativa de estudiantes de diseño en el contexto mexicano. Sin embargo, los resultados obtenidos dejan ver que existe una visión negativa hacia el envejecimiento, la vejez y a las personas mayores, por parte de los diseñadores y diseñadoras en formación y que esta visión no se ha podido vincular con su nivel socioeconómico, la carencia de educación formal (al ser estudiantes de los últimos semestres de la licenciatura) o la falta de contacto con personas mayores. Por lo anterior resulta pertinente reflexionar sobre el papel que la academia tiene con este menester, pensando en como se imparten las clases de diseño cuando se habla de “personas mayores”, las estrategias que utilizamos, los principios que fomentamos. Ya en 2012 Steinfeld y Maisel propusieron una manera diferente de ver a los principios del diseño universal, trabajando en los ocho objetivos de este, dentro de los cuales dieron cabida a una visión holística de la persona incluyendo

aspectos como la personalización y la cultura (véase Steinfeld y Maisel, 2012) es posible que el hablar del traje simulador de edad o *ageing suit* (Maya-Rivero, 2022) si bien ha traído a la luz, el como se experimenta la vida al tener limitaciones funcionales, específicamente en palabras médicas: multimorbilidad o comorbilidades, se ha abonado, inconscientemente, al estigma sobre el cuerpo envejecido con el uso de dichas herramientas de generación de empatía.

Dentro de las clases de diseño, específicamente cuando nos enfocados en diseño para personas mayores, retomamos estrategias y principios que se basan en la ergonomía, en los alcances del cuerpo, los rangos de movimiento y un gran número de detalles que se vinculan con la función y la capacidad del cuerpo humano ¿los diseñadores somos capacitistas? Damos mucha importancia a este tipo de información dentro del aula, hecho que se constata con los resultados de los proyectos de tesis enfocados en el envejecimiento y vejez humanas. Es innegable el valiosísimo papel que la ergonomía, los factores humanos y la antropometría tienen en el diseño de productos y servicios para personas mayores, son elementales. Pero, al volver a los resultados de la presente investigación, dónde más del 80% de una generación de estudiantes de diseño industrial tiene una percepción negativa sobre las personas mayores es pertinente analizar varios elementos para que esto ocurra, uno de ellos recae en cómo se enseña a diseñar para este sector de la población, específicamente para el envejecimiento, vejez y longevidad humanas ¿Qué no estamos haciendo bien desde la academia?, ¿Cuáles son los aciertos que tenemos y las oportunidades que estamos desaprovechando?

Surgen, una variedad de preguntas que deberemos de responder: ¿todas las generaciones de estudiantes de diseño tienen una percepción negativa hacia las personas mayores y la vejez?, ¿los estudiantes de diseño de América Latina y otras regiones de México, coincidirán en esta percepción?, ¿cómo puede mejorarse la percepción que los y las estudiantes de diseño tienen sobre la gente mayor y la vejez?, ¿en qué momento de la vida se incrementan los estereotipos que se tienen con respecto al envejecimiento y la vejez?. En esta investigación se pudo esbozar como el tener contacto con personas mayores no es un factor determinante para evitar estereotipar a esta población ¿es la crianza la responsable de cómo percibimos a las personas mayores?

Es indiscutible que futuras investigaciones deben de abordar como mejorar la percepción que los y las estudiantes de diseño tienen sobre las personas mayores, así como en otras áreas, pues el hacerlo es, probablemente, el primer paso para lograr un diseño para la longevidad acertado, propositivo e innovador.

Conclusión

Esta investigación buscó conocer la percepción que los y las estudiantes de diseño tienen con respecto a las personas mayores, al envejecimiento humano y a la vejez, encontrando que mayoritariamente dicha percepción es negativa. Las razones no se vinculan con el tener o no contacto con personas mayores, tampoco con el nivel socioeconómico, ni educativo. Lo que da pie a preguntarnos las causas del viejismo en los estudiantes de diseño y cómo desde las escuelas de diseño podemos ingerir en estas.

Es necesario reflexionar sobre el cómo estamos enseñando a diseñar para este grupo poblacional y los pasos a seguir para lograr implementar una visión gerontológica dentro de las aulas de diseño, con miras a colaborar con la creación de escenarios futuros donde la sociedad longeva, esté cargada de agencia, autonomía e independencia ¿Cuáles son los factores que incrementan los estereotipos y percepciones negativas sobre las personas mayores?, por otro lado, desde una visión optimista, sabemos que las mujeres estudiantes de diseño tienen una mejor percepción sobre la vejez, además de conocer que la gente mayor es vista como colaborativa, empática y sabia, el porqué de la percepción de estos aspectos positivos deben de analizarse con mayor profundidad, para saber cómo pese a que existan, actualmente permea una visión negativa sobre las personas mayores, para así explorarse como puentes que den pauta a erradicar los prejuicios y estereotipos que quienes estudian diseño tienen con respecto a la gente mayor.

Referencias

- Abrić, J. (2001). Las representaciones sociales: aspectos teóricos. En J. Abrić (Coord), *Prácticas sociales y representaciones*, 11–32. Ediciones Coyoacán
- Blanca Mena, M.J, Sánchez Palacios, C. y Trianes M.V. (2005). Cuestionario de evaluación de estereotipos negativos hacia la vejez. *Rev Mult Gerontol*, 15(4), 212-220. https://www.researchgate.net/publication/28125856_Cuestionario_de_evaluacion_de_estereotipos_negativos_hacia_la_vejez
- Butler, R. N. (1969). Age-ism: Another form of bigotry. *The Gerontologist*, 9(4 Part 1), 243–246. https://doi.org/10.1093/geront/9.4_Part_1.243
- Butler, R. y Lewis, M. (1977). *Aging and Mental Health*. St. Louis: Mosby.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2022). *Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores* (LC/CRE.5/3), Santiago.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Cuadernillos/33_Republica_Mexicana/33_RMEX.pdf
- Coordinación General de Planeación y Simplificación de la Gestión Institucional UNAM (2024). Agenda Estadística 2024, <https://www.planeacion.unam.mx/Agenda/2024/>
- Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información (DGB UNAM). (24 de febrero de 2024). Repositorio de Tesis DGBSDI UNAM. Recuperado el 24 de febrero de 2024 de: https://ru.dgb.unam.mx/simple-search?query=&filter_field_1=grade&filter_type_1=equals&filter_value_1=Licenciatura+en+Dise%C3%B1o+Industrial&sort_by=dc.date.issued_dt&order=desc&rpp=10&etal=0&start=0
- González-García, V., Chávez-García, C. L., Girón-Castillo, J. E., Reyes-Cedeño, B. y Sosa-Tinoco, E. (2024). Combatir el edadismo: conciencia y mejores prácticas en la atención de salud de personas mayores. *Gaceta médica de México*, 160(3), 363-366. Epub 25 de octubre de 2024. <https://doi.org/10.24875/gmm.24000156>
- Gonzalez-Salas, I., Juárez-Hernández, L., y Gámez-Mier, C. (2022). Adaptación y validación de un instrumento para evaluar los estereotipos negativos de la vejez. *Investigación En Educación Médica*, 11(42), 65-77. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2022.42.21412>
- Hernández Guerson, E., y Saldaña Ibarra, S. A. (2021). Covid-19. Representaciones sociales mudas del viejismo en los medios de comunicación. *Pensamiento Y Acción Interdisciplinaria*, 7(1), 97-110. <https://doi.org/10.29035/pai.7.1.97>
- Linares-Lanzman, J., Stypinska, J. y Rosales, A. (2025). Edadismo generativo: cuando la IA generativa refuerza los estereotipos de edad. *COMeIN* [en línea], febrero 2025, no. 151. ISSN: 1696-3296. <https://doi.org/10.7238/c.n151.2513>
- Martínez Maldonado, M.L; Zecua Fernández, G. y Arenas Sánchez, Y.V. (2021). ¿Quiénes son las personas que envejecen? en M.L. Martínez Maldonado (Ed.), *La descolocización de la investigación, la enseñanza y las prácticas en envejecimiento* (pp. 25-50). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maya Rivero, A. y Rubio Toledo, M.A. (2017). Gerontodiseño. Nueve estrategias de diseño sostenible para adultos mayores. *Revista Interiográfica*, Volumen 7(11). <https://interiografico.com/edicion/decimo-septima-edicion-diciembre-2017/gerontodisenio-nueve-estrategias-de-diseno-sostenible-para-adultos-mayores>
- Maya Rivero, A. (2022). Aging Suit: An Accessible and Low-Cost Design Tool for the Gerontodesign. En I. Management Association

(Ed.), *Research Anthology on Supporting Healthy Aging in a Digital Society* (pp. 696-709). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5295-0.ch039>

Mendoza-Núñez, V.M., Martínez-Maldonado, M.L., y Vargas -Guadarrama, L.A (2008). ¿Qué es el viejismo?, En Mendoza-Núñez (Ed), *Viejismo: Prejuicios y Estereoripos de la Vejez*. Facultad de Estudios Zaragoza, UNAM.

Montes de Oca Zavala, V. (2023). *Políticas y sistemas integrales de cuidados de largo plazo para las personas mayores: análisis de experiencias en América Latina y el Caribe*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2023/158), Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Lee, S.H. y Sicklinger, A. (2024). Design for Longevity: People, Process, and Platform. *Diid — Disegno Industriale Industrial Design*, (82), 8. <https://doi.org/10.30682/diid8224a>

López Vargas, J., Nuñez Bautista, C. A., Rodea Solares, G. F., y Nájera Espinosa, L. C. (2024). Estereotipos Negativos Hacia la vejez en Estudiantes de Medicina de Pregrado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 7574-7591. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9297

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *World Population Prospects 2022*, Nueva York

Páez, O. (2022). Esperanza de vida sin limitaciones físicas ni mentales en México. Realidad, Datos y Espacio, *Revista Internacional de Estadística y Geografía*. 13(2), 122-141. <https://rde.inegi.org.mx/index.php/2022/07/06/esperanza-de-vida-sin-limitaciones-fisicas-ni-mentales-en-mexico/>

Parra Marujo, J. (2006). Gerontodesign: a marca de água do design, do design ergonómico, da marca ou das marcas brancas, Vasco Fernandes, < <https://vascofernandes.wordpress.com/gerontotecnologia/gerontodesign> >, consultado el 28 de abril de 2025.

Rivero, A. (2023). Panorama actual del diseño para la vejez y el envejecimiento en México. En: Delgado Coellar, Alma Elisa, Angeles Cañedo, Juana Cecilia y Velázquez Ruíz, Daniela (Coordinadoras) *Transformaciones y Retos de la Educación en las Artes y los Diseños*. Panamá: Universidad Euroamericana.

Stanford Longevity Center.(2022). *The New Map of Life*. Stanford University. <https://longevity.stanford.edu/the-new-map-of-life-full-report/>

Steinfeld, E. y Maisel, J. (2012). *Universal Design: Creating Inclusive Environments*, Hoboken, NJ: Wiley & Sons.

Vargas -Guadarrama, L.A., Martínez-Maldonado, M.L., Vivaldo-Martínez, M. y Mendoza-Núñez, V.M. (2008). El viejismo a través de la historia, En Mendoza-Núñez (Ed), *Viejismo: Prejuicios y Estereoripos de la Vejez*. Facultad de Estudios Zaragoza, UNAM.

Annika Maya Rivero

Dra. y Mtra. en Diseño por la UAEMEX, Diseñadora Industrial por la IBERO CDMX. Realizó una estancia postdoctoral en Posgrado de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores en nivel candidata. Miembro técnico del SUIEV UNAM y de la Red Interuniversitaria de Envejecimiento Saludable de Latinoamérica y el Caribe (RIES LAC).

Sus líneas de Investigación son: Diseño y personas mayores, diseño para la longevidad, envejecimiento y la vejez diseño para personas con demencia, diseño inclusivo y centrado en la persona. Adscrita del CIDI UNAM al SUIEV UNAM y a la RIES-LAC.



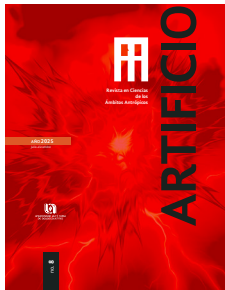
Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *No transformar o modificar el material.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
Núm. 8 (2025) periodo julio-diciembre

e-ISSN
2992-7463
Site

[https://revistas.uaa.mx/
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



Zonificación del peligro de subsidencia mediante análisis condicional. Caso de estudio Valle de Aguascalientes

Conditional analysis for land subsidence hazard zoning: a case study in the Aguascalientes Valley

Hugo Luna-Villavicencio

Universidad Panamericana
Facultad de Ingeniería
ORCID: 0000-0002-6159-053X
hlunav@up.edu.mx

Recived: 2025-05-08
Accepted: 2025-05-20

Isaí Gerardo Reyes-Cedeño

Universidad Panamericana
Facultad de Ingeniería
ORCID: 0009-0002-4681-1311
igreyes@up.edu.mx

Raudel Padilla-Ceniceros

Universidad Panamericana
Facultad de Ingeniería
ORCID: 0000-0002-6278-7596
rpadillac@up.edu.mx

Michelle Ivonne López-Escobar

Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
Universidad Autónoma de Aguascalientes
ORCID: 0009-0006-9383-0645
ivonneloes1309@hotmail.com

William Herbe Herrera-León

Tecnológico Nacional de México
Departamento de Ingenierías
ORCID: 0009-0008-4643-6260
wherrera@ittecpic.edu.mx

Cómo citar este trabajo. *How to cite this paper.*

Luna-Villavicencio, H., Reyes-Cerdeño, I. G., Padilla-Ceniceros, R., López-Escobar, M. I., Herrera-León, W. H. (2025). Zonificación del peligro de subsidencia mediante análisis condicional. Caso de estudio Valle de Aguascalientes. *Artificio* (8), eArt.0802, 13-29.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



Zonificación del peligro de subsidencia mediante análisis condicional. Caso de estudio Valle de Aguascalientes

Hugo Luna-Villavicencio · Isaí Gerardo Reyes-Cedeño ·
Raudel Padilla-Ceniceros · Michelle Ivonne López-Escobar ·
William Herbe Herrera-León

Resumen

La subsidencia inducida por el abatimiento del nivel freático representa una amenaza creciente para las ciudades asentadas en acuíferos sobreexplotados. Este estudio analiza el fenómeno en el Valle de Aguascalientes mediante un enfoque integral que combina análisis espacial, estadístico y probabilístico. A partir de datos de abatimiento piezométrico y deformación vertical del terreno, se desarrolló una zonificación de peligro compuesta por nueve clases, resultado de combinar tres niveles de abatimiento y tres de hundimiento.

Además de mapear los regímenes geotécnicos, se aplicó el Teorema de Bayes para estimar la probabilidad condicional de hundimiento bajo distintas condiciones de abatimiento. Los resultados indican que la probabilidad mínima de hundimiento moderado o severo es de 66.7 %, alcanzando hasta 91.9 % en zonas con alto abatimiento. Incluso en áreas sin abatimiento, el 75 % de los sitios presentan deformación, mientras que solo el 1.57 % del territorio se mantiene completamente estable desde el punto de vista hidrogeológico, sin abatimiento ni subsidencia.

Estos hallazgos indican que la relación entre el abatimiento y la subsidencia no es lineal ni exclusiva, y que factores como la consolidación acumulada, las propiedades litológicas y la heterogeneidad del subsuelo también inciden en el fenómeno. La metodología propuesta es transferible a otras regiones con riesgo de subsidencia, y ofrece una herramienta práctica para la gestión del riesgo, el monitoreo preventivo y la planificación urbana.

Palabras clave: *subsidencia, abatimiento, deformación del terreno, peligro, gestión de riesgos*

Abstract

Land subsidence caused by groundwater drawdown is an increasing threat to cities overlying overexploited aquifers. This study analyzes the phenomenon in the Aguascalientes Valley through a comprehensive approach combining spatial, statistical, and probabilistic analysis. Based on data from piezometric drawdown and vertical ground deformation, a risk zoning scheme was developed using nine geotechnical classes resulting from the combination of three levels of drawdown and three levels of land subsidence.

In addition to mapping geotechnical regimes, Bayes' Theorem was applied to estimate the conditional probability of subsidence under different drawdown conditions. Results indicate that the minimum probability of moderate or severe subsidence is 66.7%, increasing to 91.9% in areas with high drawdown. Even in areas without recent drawdown, 75% of sites exhibit ground deformation, while only 1.57% of the territory remains completely stable, with neither drawdown nor subsidence.

These findings suggest that the relationship between drawdown and subsidence is not linear nor exclusive, and that cumulative consolidation, lithological properties, and subsurface heterogeneity also play a significant role. The proposed methodology is transferable to other regions facing subsidence hazards and provides a practical tool for supporting risk management, preventive monitoring, and sustainable urban planning.

Keywords: *land subsidence, lowering of water table, land deformation, hazard, risk management*

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de subsidencia en México se ha identificado en diversas ciudades como Aguascalientes, Celaya, Ciudad de México, Salamanca, San Luis Potosí, Morelia, Tepic, León (Chaussard et al., 2014; Cigna y Tapete, 2022; Figueroa-Miranda et al., 2018; INEGI, 2019, 2021, 2022). Este proceso de deformación del terreno puede explicarse mediante la teoría de consolidación unidimensional de Terzaghi (1943), aunque no fue hasta la década de 1960 cuando comenzó a estudiarse e identificarse con mayor claridad (Poland y Davis, 1969). Desde entonces, se reconoció que la extracción de fluidos del subsuelo genera vacíos que, con el tiempo y el reacomodo de las partículas del suelo, se manifiestan como hundimientos en la superficie. La subsidencia puede afectar gravemente la infraestructura urbana, modificar la pendiente de escurrimientos pluviales, generar nuevas zonas susceptibles a peligros como la inundación y el agrietamiento.

De acuerdo con Burbey (2002), los sitios donde ocurre el fenómeno de subsidencia y además cuentan con clima árido, largos periodos de extracción de agua subterránea, depósitos blandos y poco consolidados, cambios súbitos en el nivel freático y compactación diferencial, son ideales para la formación de discontinuidades. En el valle de Aguascalientes se tiene registro de discontinuidades desde la década de 1980 (Gómez-Aranda, 1989). Se ha comprobado que las fallas que limitan el graben de Aguascalientes son de origen tectónico, y las discontinuidades dentro del valle están asociadas al fenómeno de subsidencia por extracción de agua subterránea (Hernández-Marín et al., 2015; Pacheco-Martínez et al., 2013).

En 2021, el estado de Aguascalientes consumió 620.14 hectómetros cúbicos de agua. De este volumen, el 75.17 % fue destinado a la agricultura, el 20.80 % al uso público y el 4.03 % al uso industrial (CONAGUA, 2021a). Estos datos permiten afirmar que la subsidencia observada tiene un origen predominantemente antrópico.

Numerosas investigaciones se han desarrollado en la región, abordando tanto el peligro por subsidencia como sus efectos asociados. Se han generado mapas de zonificación de peligro asociado a discontinuidades (Pacheco-Martínez et al., 2015) y estu-

dios sobre la susceptibilidad del medio geológico a la generación discontinuidades (Luna-Villavicencio et al., 2023). Asimismo, se han explorado la recarga del acuífero y la conectividad vertical entre la superficie y el agua subterránea. Hernández-Marín et al. (2018) estimaron que le toma agua infiltrarse desde la superficie hasta el nivel freático es de 10 años, para la parte central de valle, mientras que en las zonas periféricas del valle superan los 400 años. Guerrero-Martínez et al. (2018) analizó las velocidades de recarga en el valle, y detectó en la zona norte áreas con valores de recarga de más de 500 mm/año, mientras que en la parte norte de la ciudad de Aguascalientes la parte norte apenas alcanzó valores de 10 mm/año y la parte sur de la ciudad 160 mm/año. Reyes-Cedeño et al. (2024) también identificaron zonas donde el Río San Pedro presenta conexión directa con el acuífero.

Las primeras investigaciones sobre la medición de la magnitud de la deformación en el valle de Aguascalientes fueron realizadas por medio de técnicas de GPS (Esquivel et al., 2006; Zermeno de León et al., 2005). Los resultados mostraron velocidades de deformación de más de 11 cm/año en algunos puntos de la ciudad de Aguascalientes. Sin embargo, esta técnica es poco práctica para determinar grandes extensiones de terreno, se requiere de una logística intensiva y un periodo prolongado de medición y procesamiento de información.

Actualmente, la detección de zonas de subsidencia no es un problema. Existen diversas metodologías de percepción remota que permiten hacer análisis en grandes extensiones de terreno utilizando imágenes y software libre (Hooper, 2008; Yunjun et al., 2019). En el valle de Aguascalientes se han elaborado distintas investigaciones relacionadas con la velocidad de deformación del terreno (Chaussard et al., 2014; Cigna y Tapete, 2022; INEGI, 2016, 2019; Pacheco-Martínez et al., 2015).

Actualmente existe un mapa mundial que categoriza el peligro asociado a subsidencia. Herrera-García et al., (2021) establece una zonificación y explica que el 19 % de la población podría estar en contacto con este peligro en el futuro. Recientemente, se han desarrollado mapas de zonificación y susceptibilidad al peligro por subsidencia, utilizando más

variables como: pendiente, inclinación, litología, uso de suelo, elevación, índices de vegetación, elevación, además se ha implementado el uso de técnicas como machine learning (Chen et al., 2024; Orlandi et al., 2024), redes neuronales (Arabameri et al., 2020; Lee et al., 2012; Park et al., 2012), random forest (Wen et al., 2022).

Aunque el fenómeno ha sido ampliamente estudiado en términos de sus causas y manifestaciones, son escasos los trabajos que abordan de manera cuantitativa y espacial la relación entre el abatimiento del nivel freático y la deformación del terreno en el Valle de Aguascalientes. Esta investigación tiene como objetivo abordar esa brecha mediante una aproximación integradora que combine análisis satelital y datos piezométricos.

El presente estudio tiene como objetivo analizar la correlación entre la velocidad de hundimiento del terreno y el abatimiento del nivel freático en el Valle

de Aguascalientes durante el periodo 2018–2024. Se delimita el área del valle por ser la región donde ambas variables coexisten de forma significativa. Es decir, mientras en otras zonas podría observarse abatimiento, la ausencia de rellenos blandos poco consolidados impide la manifestación de subsidencia. Para explorar esta relación, se emplean diversas técnicas estadísticas y análisis espaciales.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados para identificar zonas prioritarias de monitoreo, establecer restricciones en la explotación de acuíferos, y diseñar estrategias territoriales para mitigar riesgos mediante obras de recarga y regulación.

Cabe señalar que el valle abarca principalmente el estado de Aguascalientes, aunque su porción norte se extiende hacia Zacatecas. Hidrológicamente, corresponde a dos acuíferos: el del Valle de Aguascalientes en el sur, y el de Ojocaliente en el norte (Figura 1).

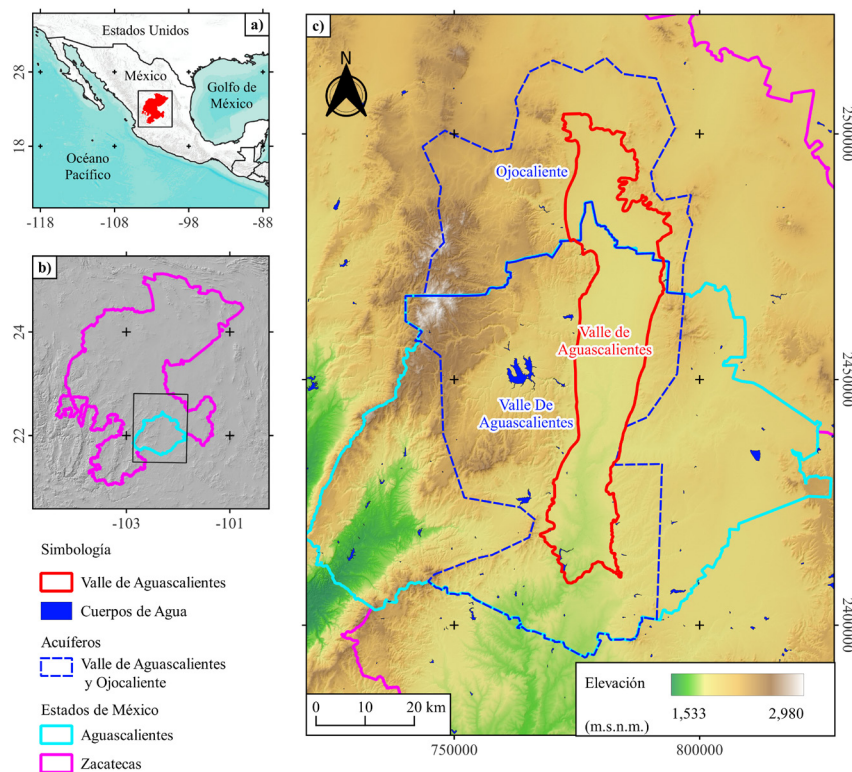


Figura 1. Ubicación del Valle de Aguascalientes. a) Zona centro de México, b) Estados de Aguascalientes y Zacatecas y c) Valle de Aguascalientes.

METODOLOGÍA

Cálculo del abatimiento del nivel freático

El abatimiento del nivel freático se calculó utilizando la información pública disponible en el sitio oficial de la CONAGUA (2021). La información encontrada no contiene el registro de la profundidad del agua subterránea para todos los años. Para resolver este problema, fue necesario ajustar un modelo de interpolación cuadrático para cada pozo y se seleccionaron solo los pozos que contaban con un valor de R^2 mayor o igual a 0.70. Posteriormente, se interpoló utilizando distintos métodos (mínima curvatura, Shapard modificado, vecino más próximo, vecino natural e interpolación lineal) para calcular el abatimiento del agua subterránea entre el año 2024 y 2018, se obtuvo la diferencia entre estos años; abatimiento = $N_{2024} - N_{2018}$. Esto quiere decir que, si el valor del abatimiento es positivo, el nivel bajó, lo que indica un abatimiento del nivel freático; de lo contrario el nivel subió, hay recuperación del nivel freático. Se seleccionará el método que tenga mejor cobertura y que la distribución de los valores del abatimiento sea coherente con los valores extremos observados.

Cálculo de la velocidad de deformación

La velocidad de hundimiento se calculó utilizando el software MintPy (*The Miami INsar Time-series software in Python*) (Yunjun et al., 2019), Las imágenes utilizadas fueron de tipo SLC (*Single Look Complex*) obtenidas del satélite Sentinel, utilizando imágenes de banda C en geometría ascendente, correspondiente a la ruta 151 y marco 68, el procesamiento de las imágenes fue mediante demanda, en la plataforma HyP3 (*Hybrid Pluggable Processing Pipeline*) (Hogenson et al., 2016; Kennedy et al., 2021). El periodo de análisis fue desde el 4 de enero del 2017 hasta el 9 de enero del 2024. Se utilizaron 180 imágenes y se formaron 354 interferogramas.

Una vez que se calcularon las dos variables mencionadas. Se calculó el valor de las variables para una serie de puntos distribuidos en todo el Valle a una distancia de 40 metros. Por lo tanto, se obtuvo un archivo con 697,233 puntos con las coordenadas en X, Y, abatimiento y velocidad de deformación. Con estos datos se realizaron los análisis de correlación entre las variables.

Análisis de correlación entre variables

Para explorar la posible relación entre el abatimiento del nivel freático y la deformación del terreno, se aplicaron tres métodos estadísticos de correlación: Pearson, Spearman y Kendall, utilizando como insumo un conjunto de datos espaciales que incluye las coordenadas (X, Y) y los valores de ambas variables.

El coeficiente de correlación Pearson (r), se utiliza para evaluar la asociación lineal entre las variables su fórmula es:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2})(\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2})}$$

Donde:

x_i y y_i son los valores de abatimiento y deformación respectivamente para cada punto i ,

\bar{x} y \bar{y} son las medias de cada variable,

n es el número total de observaciones

Coeficiente de Spearman (ρ) es una medida no paramétrica que evalúa la relación monótona (creciente o decreciente) entre dos variables, sin requerir una relación lineal. Se basa en los rangos de los datos y se calcula con la fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

$d_i = R(x_i) - R(y_i)$ es la diferencia entre los rangos de x_i y y_i ,

n es el número de observaciones

Coeficiente de Kendall (τ) también mide la relación monótona entre dos variables, pero se basa en la concordancia entre pares de observación. Su fórmula es:

$$\tau = \frac{C - D}{\frac{1}{2}n(n - 1)}$$

Donde:

C es el número de pares concordantes (ambas variables aumentan o disminuyen simultáneamente),

D es el número de pares discordantes

N es el número total de observaciones

Los tres coeficientes proporcionan información complementaria: Pearson evalúa relaciones estrictamente lineales, mientras que Spearman y Kendall detectan tendencias generales en los datos, independientemente de su forma exacta.

Una vez que se ha caracterizado la relación general entre variables, se procedió a un análisis espacial categórico con el propósito de explorar su manifestación geográfica entre las dos variables. Para ello, se clasificó el abatimiento y la deformación en tres categorías. Para las dos variables se determinó el límite inferior y superior utilizando el rango intercuartílico. El análisis del abatimiento del nivel freático, los valores fueron ordenados de menor a mayor, la primera clase se generó en las zonas donde el abatimiento del nivel freático es nulo, ósea que son valores negativos; las otras dos zonas moderado y alto se generaron a partir de punto medio entre el límite superior y el cero; de modo que la clase A representa hundimiento nulo, la clase B abatimiento moderado y la clase C abatimiento alto. Para la deformación, la primera clase fue considerando los valores positivos, es decir, en donde el hundimiento es nulo o positivo, las categorías 2 y 3 se determinaron a partir del punto medio entre el límite inferior y 0; de este modo la clase 1 representa nulo hundimiento, la clase 2 hundimiento moderado y la clase 3 hundimiento alto.

La combinación de ambas variables dio lugar a una matriz de clasificación de 3x3, permitiendo identificar zonas del territorio con diferentes niveles de afectación y dinámica hidrogeológica. Este enfoque relaciona especialmente el abatimiento con la deformación, destacando regiones de interés para un análisis posterior.

Además del análisis espacial y estadístico previamente descrito, se aplicó un enfoque probabilístico para estimar la probabilidad de que ocurra un hundimiento del terreno en función del nivel de abatimiento del agua subterránea. Para ello, se utilizaron los resultados de la matriz de clasificación cruzada (abatimiento vs. deformación), que permite saber cuántas veces ocurre cada combinación.

Esta estimación se realizó utilizando un principio conocido como el Teorema de Bayes (Bayes, 1763), una herramienta que permite estimar la probabilidad de que algo ocurra, dado que otro ya ha ocurrido.

$$P(H|A) = \frac{P(H \cap A)}{P(A)}$$

Donde H es el hundimiento y A corresponde al abatimiento. La ecuación anterior se lee como la probabilidad de que ocurra un hundimiento cuando ya ha ocurrido el abatimiento del nivel freático.

Este análisis se aplicó a todas las combinaciones posibles, y los resultados se organizaron en una tabla de probabilidades condicionales.

RESULTADOS

Se evaluaron distintos métodos de interpolación espacial con el objetivo de representar de manera precisa la superficie del abatimiento del nivel freático. La Tabla 1 resume los métodos considerados y los estadísticos derivados de cada superficie interpolada, cómo la media, desviación estándar y los valores extremos. La elección del método se basó en su cobertura espacial, la preservación de los valores representativos y la coherencia con la distribución general observada. Bajo estos criterios, el método de mínima curvatura mostró el comportamiento más adecuado y fue seleccionado para la generación del raster continuo de abatimiento.

Método	Cobertura	Valores extremos	Media	Desviación estándar	Observaciones
Mínima curvatura	100 %	-12.60 a 30.71	8.34	6.77	Suaviza transiciones
Sharped modificado	99.8 %	-58.43 a 144.81	16.12	23.77	Presenta valores extremos no realistas
Vecino más próximo	100 %	-7.03 a 22.70	7.07	5.45	Resultados escalonados, no suavizados
Vecino natural	57.32 %	-3.42 a 20.45	6.89	3.90	Presenta huecos en los resultados
Interpolación lineal	60.18 %	-3.86 a 21.57	6.90	4.04	Interpolación precisa, pero cobertura incompleta

Tabla 1. Resultados de las interpolaciones del abatimiento del nivel freático en el Valle de Aguascalientes.

El resultado del abatimiento del nivel freático entre los años 2024 y 2018 se muestra en la Figura 2a, se utilizaron 52 pozos para estimar estos valores. Los resultados muestran que los sitios donde se registró el mayor abatimiento alcanzaron valores de hasta 24 m y zonas en donde ha ocurrido recuperación de hasta 6 metros, lo que quiere decir que hubo recarga y aumentó el nivel.

Los resultados de la velocidad de la deformación LOS por sus siglas en inglés *Line Of Sight* lo que quiere decir que los valores negativos indican las zonas donde ocurrió un hundimiento, es decir que la superficie se alejó del satélite; mientras que los valores positivos indican un acercamiento de la superficie al satélite, es decir que el terreno incrementó su nivel (Figura 2b).

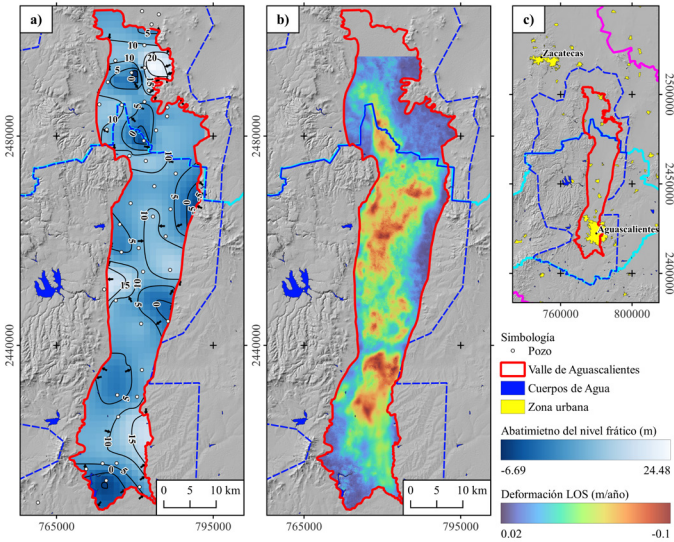


Figura 2. Variables utilizadas. a) Abatimiento del nivel freático, b) Velocidad de deformación y c) Zonas urbanas en el Valle de Aguascalientes.

Los resultados obtenidos evidencian correlaciones débiles en todos los casos. El coeficiente de Pearson fue de 0.0648, lo que indica una relación lineal prácticamente nula entre el abatimiento y la deformación. De manera similar, el coeficiente de Spearman, que evalúa relaciones monótonas sin asumir linealidad, arrojó un valor de 0.0849, mientras que el coeficiente de Kendall fue de 0.0556. Estos dos últimos valores refuerzan la ausencia de una tendencia creciente o decreciente clara entre ambas variables.

La Figura 3 muestra un patrón concentrado con forma de campana invertida. La mayor densidad de puntos ocurre en un rango intermedio de abatimiento (entre 5 y 10 metros) y deformaciones negativas que oscilan entre 0.00 m y -0.06 m. Se aprecia una reducción en la frecuencia tanto en los valores más bajos de abatimiento (incluso negativos) como en los más altos (mayores a 20 m), así como en los extremos de deformación. Este comportamiento sugiere que el mayor número de eventos asociados a deformación del terreno se concentra en condiciones específicas de abatimiento, descartando una relación lineal directa entre ambas variables.

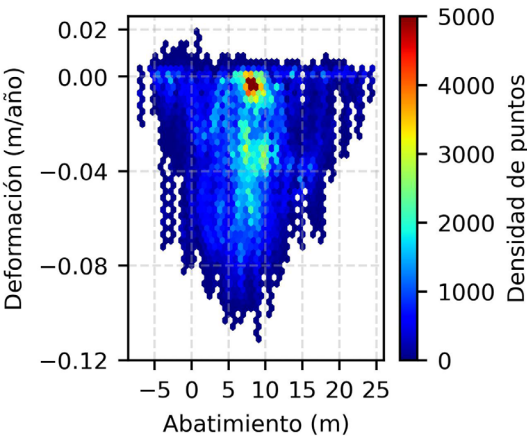


Figura 3. Densidad hexagonal entre el abatimiento y la deformación. Los colores cálidos representan mayor densidad, mientras que los colores fríos representan menor densidad.

Los resultados del análisis espacial categórico incluyen la clasificación de cada una de las variables en 3 clases. Para la deformación se utilizaron las clases 1, 2 y 3; mientras que para el abatimiento se utilizaron las clases A, B y C. La Tabla 2 muestran los límites y las clases para cada variable.

Abatimiento (m)		Deformación (m/año)	
Categoría	Clasificación	Categoría	Clasificación
Menor o igual que 0.00	A	Mayor o igual que 0.00	1
0.00 a 8.74	B	0.00 a -0.05	2
Mayor que 8.74	C	Menor que -0.05	3

Tabla 2. Categorías y clasificación para el abatimiento y la deformación.

La clasificación espacial de las categorías y la mezcla de ambas variables se muestra en la Figura 4. En la Figura 4-a se muestran las 3 categorías del abatimiento. En la Figura 4-b se muestran la variable de velocidad de deformación, clasificada en 3 categorías. Por último, la Figura 4-c muestra la mezcla de las dos variables. Este resultado permite identificar espacialmente cómo se relacionan ambas variables.

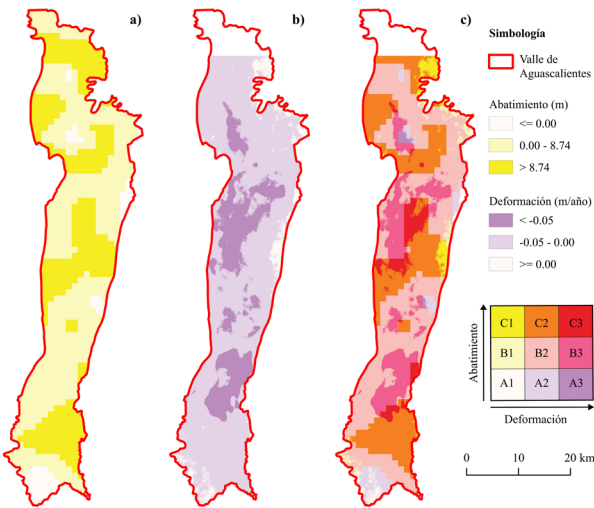


Figura 4. Combinación de variables y sus clases. a) Abatimiento, b) Deformación y c) Combinación de variables clasificadas.

En la Tabla 3 se muestra la descripción de la clasificación de la combinación de variables, la descripción de cada una, la cantidad de píxeles y el porcentaje de superficie que representa.

Clasificación	Descripción	Cantidad de puntos	Porcentaje
A1	Abatimiento nulo/Hundimiento nulo	10,957	1.57
A2	Abatimiento nulo/Hundimiento moderado	29,189	4.19
A3	Abatimiento nulo/Hundimiento Alto	3,647	0.52
B1	Abatimiento moderado/Hundimiento nulo	17,086	2.45
B2	Abatimiento moderado/Hundimiento moderado	285,651	40.97
B3	Abatimiento moderado/Hundimiento Alto	98,731	14.16
C1	Abatimiento alto/Hundimiento nulo	20,500	2.94
C2	Abatimiento alto/Hundimiento moderado	195,856	28.09
C3	Abatimiento alto/ Hundimiento Alto	35,616	35.616

Tabla 3. Descripción de la clasificación, cantidad de puntos por clase y porcentaje correspondiente.

A partir de la matriz de clasificación espacial, se construyó una tabla de probabilidades condicionales que resume la ocurrencia de hundimiento en función de las clases de abatimiento (Tabla 4). Los resultados muestran que, en zonas con abatimiento alto, la probabilidad de hundimiento moderado es del 77.8%, mientras que la de hundimiento alto es de 14.1%. Para abatimiento moderado, estas probabilidades fueron de 71.1% y 24.6% respectivamente.

C-Abatimiento alto	8.10 %	77.80 %	14.10 %
B-Abatimiento moderado	4.30 %	71.10 %	71.10 %
A-Abatimiento nulo	25.00 %	66.70 %	8.30 %
	1-Hundimiento nulo	2-Hundimiento moderado	3-Hundimiento alto

Tabla 4. Probabilidad condicional de hundimiento para las diferentes clases del abatimiento.

Esta estimación probabilística aporta un nuevo ángulo de análisis, útil para priorizar zonas de monitoreo, establecer alertas tempranas y refinar modelos de predicción espacial de subsidencia.

DISCUSIÓN

Los resultados anteriores muestran que el fenómeno de subsidencia no es proporcional al descenso del nivel freático en todas las zonas. Esto quiere decir que, además de abatimiento existen otras variables involucradas en este proceso.

La cantidad de pozos con las que se realizó el análisis fue 52, el número total de pozos en los acuíferos del Valle de Aguascalientes y Ojocaliente es de 72, pero algunos no tenían registro del nivel piezométrico en más de dos años, o no cumplían con la restricción de R² mayor o igual a 0.70. Por otro lado, el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), tiene un información de 4,398 pozos solo en el estado de Aguascalientes (CONAGUA, 2024). Lo que quiere decir que, del total de pozos registrados solo el 1.3 % tiene la información histórica accesible de los niveles piezométricos

y se puede encontrar de forma libre en internet. Las zonas de recargar en donde los valores del abatimiento del nivel freático son negativos se relacionan con las zonas de alta permeabilidad y valores altos de recarga (Guerrero-Martínez et al., 2018; Hernández-Marín et al., 2018), otro factor que podría influir a la recarga en puntos específicos zonas los flujos superficiales que podrían estar conectados con el acuífero (Reyes-Cedeño et al., 2024).

La Figura 3 sugiere que el sistema podría dividirse en dos regímenes independientes. El régimen izquierdo, correspondiente a valores de abatimiento menores a 7.5 metros, a medida que aumenta el abatimiento, también aumenta la deformación. Esta teoría se alinea con la teoría clásica de consolidación en medios cohesivos, donde el descenso del nivel freático reduce la presión intersticial y general compactación del suelo. El régimen derecho, para valores de abatimiento mayores a 7.5 metros, la deformación parece estabilizarse o incluso disminuir ligeramente, a pesar de que el abatimiento continúa creciendo. Este comportamiento podría estar asociado a distintos motivos:

1. Consolidación ya ocurrida en los estratos más compresibles. Los suelos blandos tienden a consolidarse y compactarse cuando se reduce el nivel freático, pero si estos estratos ya han sufrido un proceso de consolidación secundaria, su capacidad de seguir deformándose ante un abatimiento adicional disminuye, por lo tanto, aunque el nivel del agua continúe bajando, la deformación vertical acumulada se estabiliza porque los materiales ya se han compacto al máximo posible.
2. Presencia de materiales más rígidos en profundidad. En los perfiles geotécnicos del Valle, las capas superiores están compuestas por materiales blandos y compresibles, mientras que en profundidad hay estratos más densos o rígidos como arenas compactadas, gravas o incluso material cementado, a medida que el abatimiento avanza en profundidad, podría alcanzar estos estratos menos compresibles, reduciendo la respuesta a deformarse del terreno; el resultado de esto, se podría reflejar como una menor deformación por unidad de abatimiento.

3. Saturación residual. Aunque el abatimiento indica el nivel freático ha bajado, no todo el suelo pierde su humedad inmediatamente, existe una fracción del agua retenida por capilaridad en los poros finos, conocida como agua residual, esta humedad residual aumenta la presión efectiva de manera más lenta, lo que disminuye la tasa de compactación.

En conjunto, estos factores indican que el fenómeno de subsidencia no es lineal ni constante a lo largo del rango de abatimiento. El régimen derecho sugiere una saturación del proceso de deformación, lo cual puede ser indicativo de zonas donde el riesgo geotécnico se ha reducido por agotamiento estructural del suelo, o donde otras variables comienzan a controlar el proceso (como la litología, la rigidez de estratos, o incluso la recarga local por lluvia). Esto justifica el uso de metodologías de correlación modernas y el uso de más variables involucradas en el proceso de subsidencia.

Una interpretación de cada una de las clases formadas por la combinación de las variables se plantea en la Tabla 5. Aquí se establecen acciones que podrían tomarse para disminuir el peligro de subsidencia por extracción de agua.

C-Abatimiento alto	C1: Extracción severa sin hundimientos. Zona potencialmente peligrosa, puede ocurrir deformación en el futuro.	C2: Abatimiento alto con hundimiento moderado. Relación directa en evolución. Área crítica con necesidades de seguimiento.	C3: Hundimiento severo asociado a fuerte abatimiento. Zona crítica de atención prioritaria.
B-Abatimiento moderado	B1: Extracción media sin deformación. Zonas con presión hidráulica pero aún estables estructuralmente.	B2: Coincidencia media de hundimiento y abatimiento. Proceso activo incipiente.	B3: Hundimiento severo con abatimiento moderado. Puede indicar que la subsidencia responde con rezago temporal a la extracción.
A-Abatimiento nulo	A1: Zona estable. Sin presión hidráulica ni la evidencia de subsidencia.	A2: Hundimiento moderado en zonas sin sobreexplotación. Puede deberse a factores geológicos.	A3: Hundimiento severo sin presión hidráulica evidente. Vigilancia recomendada.
	1-Hundimiento nulo	2-Hundimiento moderado	3-Hundimiento alto

Tabla 5. Interpretación de la combinación de variables.

También se puede utilizar como una zonificación para la toma de decisiones gubernamentales en temas relacionados con la explotación de nuevos pozos, definir zonas que permitan la recarga del acuífero, escurrimiento pluvial y sanitario además de gestionar el peligro al fenómeno de subsidencia.

Esta zonificación tiene la capacidad de impactar en el desarrollo urbano dentro del Valle de Aguascalientes. Por ejemplo, en las zonas donde el abatimiento es mayor se puede restringir la extracción de agua del subsuelo con el fin de evitar que se incremente el abatimiento, también se pueden plantear zonas que sirvan para la recarga natural del acuífero en los sitios con mayor abatimiento o incluso la construcción en esa zona con materiales permeables, que permitan el flujo por medio de estos materiales. Otra aplicación podría ser la planeación de drenajes pluviales y sanitarios, estos dos tipos de obras civiles sirven para evacuar el agua de lluvia o de uso en el hogar, pero si por alguna razón la dirección del flujo se invierte por alguna deformación, podría generar nuevos peligros naturales y sanitarios. Además, se podrá identificar las zonas que actualmente se monitorear de forma continua o las zonas con potencial actual a presentar hundimientos.

Un hallazgo particularmente relevante del análisis condicional es que, en todos los niveles de abatimiento analizados, la probabilidad de que el terreno experimente algún grado de hundimiento (modera-

do o alto) es de al menos 66.7 %, lo que revela una alta susceptibilidad general a la deformación del terreno en el Valle de Aguascalientes. Esta proporción alcanza su punto máximo en zonas con abatimiento alto, donde la probabilidad de hundimiento es de 91.9 %, y aún en las zonas donde no se ha registrado abatimiento, el 75 % de los puntos presentan hundimiento moderado o alto. Estos valores refuerzan la idea de que el fenómeno de subsidencia en el valle no depende exclusivamente de la extracción actual de agua subterránea, sino que también está condicionado por factores acumulativos e históricos del sistema suelo-acuífero.

Además, el análisis condicional revela que solo el 25 % de las zonas sin abatimiento permanecen sin hundimiento, mientras que el resto muestra algún tipo de deformación. Este comportamiento sugiere la influencia de procesos como la consolidación diferida de materiales compresibles, la existencia de estratos previamente afectados y la heterogeneidad del subsuelo. En contraste, únicamente 1.57 % del total del territorio analizado presenta condiciones completamente estables, es decir, sin abatimiento ni hundimiento. Esta cifra evidencia la extensión geográfica del fenómeno y confirma que el sistema ha experimentado alteraciones profundas y prolongadas.

La disminución en la probabilidad de hundimiento alto en condiciones de abatimiento extremo podría

deberse al agotamiento del potencial de deformación en materiales que ya han alcanzado su estado de consolidación, o bien a la presencia de agua residual en el perfil que mantiene cierta resistencia estructural.

Este enfoque probabilístico, basado en frecuencias condicionales, complementa el análisis estadístico clásico y proporciona una herramienta robusta para interpretar la respuesta del terreno ante la extracción de agua subterránea. Su aplicación puede ser especialmente útil en la construcción de modelos predictivos y en el diseño de estrategias de gestión del riesgo en entornos urbanos vulnerables.

CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que, aunque la correlación estadística entre el abatimiento del nivel freático y la deformación del terreno en el Valle de Aguascalientes es débil, el análisis espacial y probabilístico permitió identificar patrones consistentes que definen dos regímenes geotécnicos diferenciados. La zonificación resultante, basada en la combinación de abatimiento y subsidencia, ofrece una herramienta valiosa para la gestión del riesgo, apoyando decisiones en materia de extracción de agua, recarga artificial, uso del suelo y monitoreo preventivo.

El uso del Teorema de Bayes para estimar probabilidades condicionales de hundimiento según niveles de abatimiento proporcionó una metodología sencilla y robusta para cuantificar riesgos relativos con base en datos observables. Los resultados muestran que la probabilidad mínima de que ocurra algún tipo de hundimiento (moderado o alto) es de 66.7 %, incluso en zonas sin abatimiento moderado. Esta probabilidad se eleva a 75.0 % cuando se consideran únicamente las zonas sin abatimiento, y alcanza hasta 91.9 % en condiciones de abatimiento alto, lo que evidencia una alta susceptibilidad generalizada del terreno a la deformación. En contraste, solo el 1.57 % del total del territorio presenta condiciones completamente estables, sin hundimiento ni abatimiento, lo que confirma la magnitud y persistencia del fenómeno en el valle.

Sin embargo, la observación de que la probabilidad de hundimiento alto no aumenta de forma lineal con el abatimiento evidencia que este factor, aunque relevante, no es suficiente para explicar completa-

mente la subsidencia. Resulta necesario incorporar variables adicionales como las propiedades litológicas, el estado de consolidación del subsuelo y la heterogeneidad geotécnica para modelar con mayor precisión el fenómeno.

Finalmente, este trabajo subraya la importancia de mejorar la disponibilidad y calidad de los datos piezométricos y geotécnicos en la región, para avanzar hacia modelos predictivos más completos y confiables. La metodología empleada puede ser replicada en otros contextos donde la subsidencia sea una amenaza emergente, contribuyendo al diseño de políticas públicas fundamentadas en evidencia científica y orientadas hacia la sustentabilidad territorial.

Referencias

- Arabameri, A., Saha, S., Roy, J., Tiefenbacher, J. P., Cerda, A., Biggs, T., Pradhan, B., Thi Ngo, P. T., & Collins, A. L. (2020). A novel ensemble computational intelligence approach for the spatial prediction of land subsidence susceptibility. *Science of the Total Environment*, 726, 138595. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138595>
- Bayes, T., & Price, null. (1997). LII. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. By the late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, A. M. F. R. S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53, 370-418. <https://doi.org/10.1098/rstl.1763.0053>
- Burbey, T. J. (2002). The influence of faults in basin-fill deposits on land subsidence, Las Vegas Valley, Nevada, USA. *ResearchGate*, 10(5), 525-538. <https://doi.org/10.1007/s10040-002-0215-7>
- Chaussard, E., Wdowinski, S., Cabral-Cano, E., & Amelung, F. (2014a). Land subsidence in central Mexico detected by ALOS InSAR time-series. *Remote Sensing of Environment*, 140, 94-106. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.08.038>
- Chen, C., Peng, M., Motagh, M., Guo, X., Xing, M., & Quan, Y. (2024). Mapping susceptibili-

ty and risk of land subsidence by integrating InSAR and hybrid machine learning models: A case study in Xi'an, China. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 1-15. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2024.3522995>

Cigna, F., & Tapete, D. (2022). Land Subsidence and Aquifer-System Storage Loss in Central Mexico: A Quasi-Continental Investigation With Sentinel-1 InSAR. *Geophysical Research Letters*, 49(15), e2022GL098923. <https://doi.org/10.1029/2022GL098923>

CONAGUA. (2021a). *Consumo del agua en México 2019-2021*. Looker Studio. http://lookerstudio.google.com/reporting/a68b7e3d-701d-406f-9d4f-42a8accac6f4/page/p_ars55n48zc?feature=opengraph

CONAGUA. (2021b). *GeoVisor de Consulta de Mediciones Piezométricas (Mapa de Pozos)*. <https://sigagis.conagua.gob.mx/rp20/>

CONAGUA. (2024). *LOCREPDA v.2021*. <https://sigagis.conagua.gob.mx/locrepda20/>

Esquivel, R., Hernández, A., & Zermeno, M. E. (2006). GPS for Subsidence Detection, the Case Study of Aguascalientes. En F. Sansò & A. J. Gil (Eds.), *Geodetic Deformation Monitoring: From Geophysical to Engineering Roles* (pp. 254-258). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-38596-7_31

Figueroa-Miranda, S., Tuxpan-Vargas, J., Ramos-Leal, J. A., Hernández-Madrigal, V. M., & Villaseñor-Reyes, C. I. (2018). Land subsidence by groundwater over-exploitation from aquifers in tectonic valleys of Central Mexico: A review. *Engineering Geology*, 246, 91-106. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.09.023>

Gómez-Aranda, J. J. (1989). Geología preliminar del Graben de Aguascalientes. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 8(1), 22-31.

Guerrero-Martínez, L., Hernández-Marín, M., Burbey, T. J., Guerrero-Martínez, L., Hernández-Marín, M., & Burbey, T. J. (2018). Estimation of natural groundwater recharge in the Aguascalientes semiarid valley, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 35(3), 268-276. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.1022>

Hernández-Marín, M., González-Cervantes, N., & Pacheco-Martínez, J. (2015). Discussion on the origin of surface failures in the Valley of Aguascalientes, México. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 372, 235-238. <https://doi.org/10.5194/piahs-372-235-2015>

Hernández-Marín, M., Guerrero-Martínez, L., Zermeno-Villalobos, A., Rodríguez-González, L., Burbey, T. J., Pacheco-Martínez, J., Martínez-Martínez, S. I., & González-Cervantes, N. (2018). Spatial and temporal variation of natural recharge in the semi-arid valley of Aguascalientes, Mexico. *Hydrogeology Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1819-x>

Herrera-García, G., Ezquerro, P., Tomás, R., Béjar-Pizarro, M., López-Vinielles, J., Rossi, M., Mateos, R. M., Carreón-Freyre, D., Lambert, J., Teatini, P., Cabral-Cano, E., Erkens, G., Galloway, D., Hung, W.-C., Kakar, N., Sneed, M., Tosi, L., Wang, H., & Ye, S. (2021). Mapping the global threat of land subsidence. *Science*, 371(6524), 34-36. <https://doi.org/10.1126/science.abb8549>

Hogenson, K., Arko, S. A., Buechler, B., Hogenson, R., Herrmann, J., & Geiger, A. (2016). Hybrid Pluggable Processing Pipeline (HyP3): A cloud-based infrastructure for generic processing of SAR data. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 2016, IN21B-1740.

Hooper, A. (2008). A multi-temporal InSAR method incorporating both persistent scatterer and small baseline approaches. *Geophysical Research Letters*, 35(16). <https://doi.org/10.1029/2008GL034654>

INEGI. (2016). *Estudio de los hundimientos por subsidencia en Aguascalientes con métodos satelitales. Reporte técnico*. INEGI.

INEGI. (2019). *Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales: Vol. Volumen 1*.

INEGI. (2021). *Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales: Vol. Volumen 2*.

INEGI. (2022). *Detección de zonas de subsidencia en México con técnicas satelitales: Vol. Volumen 3*.

Kennedy, J., Anderson, R., Biessel, R., Chase, T., Ellis, O., Fairbanks, K., Fleming, C., Horn, W., Johnston, A., Kristenson, H., Logan, T., Meyer, F., Miller, R., Rine, J., Showalter, C., Short, G., Zhu, J., & Player, A. (2021). Skip the Processing: On Demand Analysis-Ready InSAR from ASF. 2021, G45B-0395. *AGU Fall Meeting Abstracts*.

Lee, S., Park, I., & Choi, J.-K. (2012). Spatial Prediction of Ground Subsidence Susceptibility Using an Artificial Neural Network. *Environmental Management*, 49(2), 347-358. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9766-5>

Luna-Villavicencio, H., Pacheco-Martínez, J., Ochoa-González, G. H., Hernández-Marín, M., Hernández-Madrigal, V. M., López-Doncel, R. A., & Reyes-Cedeño, I. G. (2023). Determination of Susceptibility to the Generation of Discontinuities Related to Land Subsidence Using the Frequency Ratio Method in the City of Aguascalientes, Mexico. *Remote Sensing*, 15(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/rs15102597>

Orlandi, D., Díaz, E., Tomás, R., Galatolo, F. A., Cimino, M. G. C. A., Pagli, C., & Perilli, N. (2024). A machine learning approach for mapping susceptibility to land subsidence caused by ground water extraction. *Applied Computing and Geosciences*, 24, 100207. <https://doi.org/10.1016/j.acags.2024.100207>

Pacheco-Martínez, J., Cabral-Cano, E., Wdowinski, S., Hernandez-Marín, M. H., & Zermeno-de-León, M. E. (2015). Application of InSAR and Gravimetry for Land Subsidence Hazard Zoning in Aguascalientes, Mexico. *Remote Sensing*, 7(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/rs71215868>

Pacheco-Martínez, J., Hernandez-Marín, M., Burbey, T. J., González-Cervantes, N., Ortiz-Lozano, J. Á., Zermeno-de-León, M. E., & Solís-Pinto, A. (2013). Land subsidence and ground failure associated to groundwater exploitation in the Aguascalientes Valley, México. *Engineering Geology*, 164, 172-186. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.06.015>

Park, I., Choi, J., Jin Lee, M., & Lee, S. (2012). Application of an adaptive neuro-fuzzy inference system to ground subsidence hazard mapping. *Computers & Geosciences*, 48, 228-238. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.01.005>

Poland, J. F., & Davis, G. H. (1969). Land Subsidence Due to Withdrawal of Fluids*. En D. J. Varnes & G. Kiersch (Eds.), *Reviews in Engineering Geology* (Vol. 2, p. 0). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/REG2-p187>

Reyes-Cedeño, I. G., Hernández-Marín, M., Pacheco-Martínez, J., Rico-Martínez, R., Arzate-Cárdenas, M. A., Pacheco-Guerrero, A., Luna-Villavicencio, H., & Padilla-Ceniceros, R. (2024). Application of Vertical Electrical Sounding and Toxicity Tests for the Analysis of Vertical Hydraulic Connectivity through the Vadose Zone. *Water*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/w16020222>

Terzaghi, K. (1943). *Theoretical Soil Mechanics*. <https://doi.org/10.1002/9780470172766>

Wen, T., Tiewang, W., Arabameri, A., Asadi Nalivan, O., Pal, S. C., Saha, A., & Costache, R. (2022). Land-subsidence susceptibility mapping: Assessment of an adaptive neuro-fuzzy inference system—genetic algorithm hybrid model. *Geocarto International*, 37(26), 12194-

12218. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2066198>

Yunjun, Z., Fattahi, H., & Amelung, F. (2019). Small baseline InSAR time series analysis: Unwrapping error correction and noise reduction. *Computers & Geosciences*, 133, 104331. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2019.104331>

Zermeño de León, M. E., Esquivel-Ramírez, E. R., Rubén, Hernández-Navarro, A., Mendeza-Otero, E., & Arellano-Sanchez, J. (2005). Influencia de la extracción del agua en el subsuelo y el agrietamiento. *Investigación y Ciencia*, 13, 15-22.

Hugo Luna-Villavicencio

Ingeniero Civil por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Maestro en Ingeniería Civil con especialidad en Ambiental y Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos con énfasis en Ingeniería Civil, ambos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Su línea de investigación se centra en el análisis de riesgos geohidrológicos, aplicando técnicas de percepción remota, exploración directa in situ y exploración indirecta con técnicas geofísicas.

Isaí Gerardo Reyes-Cedeño

Ingeniero civil con maestría y doctorado summa cum laude en Ingeniería Civil y Ciencias de los Ámbitos Antrópicos. Profesor investigador y director de posgrados en la Universidad Panamericana, Campus Aguascalientes, cuenta con el grado A en el sistema de profesores categorizados con énfasis en investigación. Sus líneas de investigación incluyen Hidrología, Gestión de Recursos Hídricos, Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Fotogrametría, Ecomateriales y Gestión BIM.

Raudel Padilla-Ceniceros

Ingeniero Civil por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Maestro en Ingeniería Civil con especialidad en Construcción y Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos con énfasis en Ingeniería Civil, ambos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Sus líneas de interés es la aplicación de técnicas no destructivas en edificios patrimoniales, exploración geofísica y geotecnia.

Michelle Ivonne López-Escobar

Arquitecta por el Instituto Tecnológico de Zacatecas y Maestría en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Actualmente, es estudiante del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Su investigación se enfoca en el área de Patrimonio edificado, especialmente en el estudio del fenómeno de la humedad y el impacto que tiene en los edificios históricos.

William Herbe Herrera-León

Ingeniero Civil por el Instituto Tecnológico de Tepic, Maestro en Ciencias de la Ingeniería con línea termina Mecánica de Suelos por la Universidad Autónoma de Querétaro y Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Sus líneas de interés son: riesgos asociados a subsidencia, geotecnia e hidrología.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *No transformar o modificar el material.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
Núm. 8 (2025) periodo julio-diciembre

e-ISSN
2992-7463
Site

[https://revistas.uaa.mx/
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



La topología como herramienta empática en arquitectura: Casa La Peña desde la Teoría de Norberg-Schulz

Topology as an empathic tool in architecture: Casa La Peña through the Lens of Norberg-Schulz's Theory

Bettina Valeria Mondragón Ruiz

Doctorante en Ciencias y Artes para el Diseño
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
riavale1@gmail.com

Recived: 2025-05-08

Accepted: 2025-05-20

Cómo citar este trabajo. How to cite this paper.

Mondragón Ruiz, B. V. (2025). La topología como herramienta empática en arquitectura: Casa La Peña desde la Teoría de Norberg-Schulz. *Artificio* (8), eArt.0803, 30-44.

La topología como herramienta empática en arquitectura: Casa La Peña desde la Teoría de Norberg-Schulz

Bettina Valeria Mondragón Ruiz

Resumen

Este artículo aplica la Teoría del Espacio Existencial de Christian Norberg-Schulz como herramienta analítica para interpretar la organización espacial de la Casa La Peña, ubicada en Valle de Bravo, Estado de México, desde un enfoque cualitativo y diagramático, se emplean las categorías topológicas de lugar, camino y región para examinar la distribución arquitectónica que la vivienda propicia. A través de una investigación documental y comparativa basada en fotografías y planos arquitectónicos del proyecto, se realiza la diagramación de las dimensiones de lugar, camino y región. Esta indagación permitió identificar patrones de simetría, direccionalidad, apertura y centralidad. Los resultados revelan una correspondencia entre las dimensiones físicas y afectivas del habitar, en coherencia con los postulados de la Teoría Existencial. Se concluye que este tipo de análisis puede enriquecer tanto la crítica arquitectónica como el proceso de diseño, al ofrecer herramientas proyectuales centradas en la experiencia humana del habitar, sin embargo, se reconoce que es un método limitado pero aportador como herramienta complementaria.

Palabras clave: *teoría, espacio, existencial, empatía, análisis, diagramático, Norberg-Schulz, habitar*

Abstract

This article applies Christian Norberg-Schulz's Theory of Existential Space as an analytical tool to interpret the spatial organization of Casa La Peña, located in Valle de Bravo, State of Mexico. From a qualitative and diagrammatic perspective, the study employs the topological categories of place, path, and region to examine the architectural configuration fostered by the dwelling. Based on a documentary and comparative investigation using architectural plans and photographs, the diagramming of these existential dimensions was carried out. This inquiry made it possible to identify patterns of symmetry, directionality, openness, and centrality. The findings reveal a correlation between the physical and affective dimensions of inhabiting, in line with the principles of the Existential Theory. It is concluded that this type of analysis can enrich both architectural criticism and the design process by providing tools centered on human experience; however, it is acknowledged that the method is limited but useful as complementary tool.

Keywords: *theory, space, existential, empathy, diagrammatic, analysis, Norberg-Schulz, dwelling*

INTRODUCCIÓN

La arquitectura puede ser comprendida y proyectada desde múltiples enfoques que trascienden el estilo o la función. Cada decisión de diseño obedece a una jerarquía de valores particular que responde al contexto, el cliente, el arquitecto o la escala del proyecto. Si bien, aspectos como la monumentalidad, la eficiencia normativa o la expresión formal pueden ser prioritarios, existen dimensiones sensibles del habitar — como la experiencia espacial, el significado simbólico o la resonancia afectiva del espacio — que siempre están presentes y son la esencia del habitar, aunque no se expliciten. Es así como, este trabajo se enfoca en el entorno construido como forma de existencia humana.

La relación ser humano y entorno como existencia se desarrolló a manera de Teoría en la propuesta de la Teoría del Espacio Existencial propuesta por Christian Norberg-Schulz a finales del siglo XX. En esta Teoría se explora el potencial del espacio arquitectónico para estructurar experiencias significativas mediante la comprensión del espacio como relaciones que lo afectan y son afectadas por él (Norberg-Schulz, 1980). Para conformarla, tomó parámetros de la Psicología de la Gestalt así como de la idea de esquemas de Jean Piaget (Norberg-Schulz, 1980). Ambas posturas, aun se consideran válidas y se complementan con propuestas contemporáneas que reconocen la relevancia de una experiencia corporal inmersiva preconsciente.

Por lo que, retomar el marco teórico propuesto por Norberg-Schulz en nuestro contexto contemporáneo, globalizado, tecnócrata y capitalista es más que pertinente. Además, urge revitalizar el análisis crítico de la arquitectura y las edificaciones desde la experiencia del habitante, tal como lo plantea Josep Maria Montaner (1999), ante el vaciamiento teórico-metodológico que afecta al campo del diseño arquitectónico. Por lo que es indispensable retomar reflexiones esenciales en la arquitectura y reconocer las posturas existentes. Así mismo, al aplicar la teoría a un caso de estudio, se logran diálogos indispensables para la praxis.

MARCO TEÓRICO

Teoría del Espacio Existencial

La Teoría del Espacio Existencial, desarrollada por Christian Norberg-Schulz (1980) a partir de una lectura fenomenológica del habitar, especialmente con base en las ideas del fenomenólogo Martin Heidegger, sostiene que el espacio arquitectónico es una concretización del estar en el mundo. Esto es, pensar al espacio arquitectónico como una “concretización del espacio existencial” (p.46), como “esquemas ambientales o imágenes que son una parte necesaria de la orientación general del hombre o de su estar en el mundo” (p.7) y que se genera por la interacción mutua con el ambiente que lo rodea. Así que, al mezclarse estos esquemas constituyen una “dimensión real de la existencia humana” (p.29).

Entonces, se entiende como Norberg-Schulz se aproxima a una visión desde la significación del espacio dada por los arquetipos y la cultura, asumiendo un tipo de universalidad en ello, desde una visión psicológica y de la acción que define la topología del espacio arquitectónico, que a su vez responde a una búsqueda de sentido del ser humano. Entonces, invita a retomar la importancia de la relación del ser humano con el ambiente y no solo reducirlo a lo visual o abstracciones (1980).

Es decir, el espacio no se concibe únicamente como contenedor físico, sino como una dimensión simbólica y vivencial donde cuerpo, percepción y sentido se articulan. Un entorno que refleja nuestro pasado, presente y futuro que puede analizarse por sus niveles, que clasifica en diversas dimensiones con distintas escalas que van desde la dimensión geográfica hasta los objetos, así como por sus elementos topológicos básicos. Los elementos topológicos son esquemas básicos y los divide en: lugares, caminos y regiones.

Así es como, la primera clasificación que es por niveles del espacio existencial se divide en: geográfico, paisaje rural, espacio urbano, casa y objetos arquitectónicos. Donde todos ellos configuran una totalidad dinámica interrelacionada. En esta estructura, la casa ocupa un lugar central al condensar las dimensiones físicas, simbólicas y psíquicas del habitar (Norberg-Schulz, 1980). Sin embargo, a pesar de la multidimensionalidad y trascendencia de la casa para nuestra existencia humana, esta se ha reducido a la reproducción de las

estructuras sociales globalizantes, descontextualizadoras y homogeneizantes.

Por otro lado, en relación con la clasificación topológica, las tres estructuras fundamentales de lugar, camino y región, articulan al espacio existencial. Estas categorías se relacionan con principios de la Psicología de la Gestalt como proximidad, continuidad y cierre, así como con la idea de esquemas mentales de Jean Piaget (Norberg-Schulz, 1980). Entonces, permiten mapear el entorno construido desde la percepción, la cultura y el movimiento. La topología, facilita el entendimiento y significación del entorno construido y es aplicable a una escala arquitectónica.

Definición de las categorías topológicas

Las categorías topológicas de lugar, camino y región se diferencian por las posibilidades que ofrecen, por ejemplo, el lugar es a refugio o protección, el camino posibilita el desplazamiento y la conexión entre lugares y la región facilita la comprensión de patrones o de identidad. Norberg-Schulz (1980) las define de la siguiente manera:

Lugar y nodo: El lugar se interpreta como el nodo o hito donde tienen aplicación “los principios de proximidad y cierre de la Gestalt.” (p.19) La proximidad crea una “concentración de masas” (p.20) con “superficie envolvente continua” (p.52) que también está definida por la simetría, el aislamiento o la verticalidad y genera una masa-centro donde convergen meta y punto de partida, es decir, “la tensión de las fuerzas centrípetas y centrífugas” (p.56) es **la esencia del lugar**, un lugar que permite la libre permanencia. Se podría decir que el lugar es donde conjugan opuestos complementarios. Por lo que se refiere al principio de cierre es el que vuelve el espacio un lugar diferenciado, seguro y protector. A manera de resumen, podemos entenderlo como el nodo espacial donde confluyen fuerzas centrípetas y centrífugas. Se caracteriza por su delimitación, centralidad y simetría, generando identidad, protección y sentido de refugio.

Camino y eje: El camino se refiere al área donde el ser humano puede moverse ya sea “habitual, ocasional o potencialmente” (p.58). El eje organiza y define una “dirección simbólica” (p.58) unificadora de la masa donde se puede aplicar “el principio de la Gestalt de continuidad” (p.58) También el camino puede ser un eje que separa al edificio y tiene una interdependencia

con el lugar y las relaciones entre ellos. Por ejemplo, la calle o incluso un puente también son caminos donde se caracteriza el “movimiento en profundidad” (p.60), es decir, la horizontalidad integrada o articulada, entre: piso, techos, muros o su combinación, que sirven como “elementos de guía” (p.69) independientes a la geometría del espacio. Por lo tanto, el camino estructura y organiza la direccionalidad del espacio. Puede ser real o simbólica, y activa la experiencia del desplazamiento, conectando lugares en una secuencia espacial.

Región y distrito: Los distritos son áreas que comparten características como “contextura, espacio, forma, detalle, símbolo, tipo constructivo, uso, actividad, habitantes o topografía” (p. 71) y que permiten que sean reconocibles como un conjunto que puede marcarse con contornos bien delimitados. Las regiones son las que se constituyen por limitaciones naturales, topográficas, actividades productivas o abstractas dadas por el ser humano de las cuales la geografía echa mano para construir su contenido temático. Para cualquiera de las dos “el contorno y la textura” (p. 71) son sus elementos base que se relacionan con los principios de cierre y semejanza y hacen que el ser humano se considere en un ambiente conocido. Es así como, constituyen un área que comparte cualidades morfológicas, simbólicas o funcionales que facilita reconocer patrones que estructuran la identidad del espacio y su legibilidad.

Cuando todos los elementos arriba expuestos interactúan, conforman un campo de fuerzas que se tienen que equilibrar buscando “un estado de equilibrio dinámico” (p.74). Se forma una estructura que también se da en los alrededores del lugar, de la que depende el “*genius loci* o genio del lugar” (p.82) y que puede ser descrita en términos de lugares, caminos y regiones dándole un carácter distintivo. El carácter espacial se consigue si las construcciones aparentan ser superficies y no masas aisladas, esto se logra mediante elementos unificadores entre edificios que, aunque se identifiquen como regiones, también conservan su individualidad. Así que, se debe contemplar que “toda organización está basada en los principios de proximidad, continuidad y cierre o clausura donde sus elementos estén ordenados en forma de acumulación, hilera, anillo, cercado o bien una combinación de éstas” (p. 90) lo que determina su densidad.

También, conviene mencionar que el autor expone un par de aspectos básicos para diseñar en la arquitectura que son: la “separación y unificación” (p.104). Entonces, cuando estas dos características se articulan surge una interacción cuyas cualidades emergentes constituyen los factores primigenios del espacio interior, que son: las primarias como “la centralización y delimitación continua, elementos de dirección, abertura y guía y los secundarios tales como proporción, textura, color e iluminación” (p.104). Es así como, las interrelaciones cualitativas de las edificaciones y su topología dan la forma al espacio existencial que establecen una relación de la que emana la totalidad de la experiencia humana. Por último, es sumamente interesante destacar que mediante esta Teoría se rescata la dimensión topológica de las edificaciones como algo indispensable y actualmente está en un segundo plano relegada bajo la crítica contemporánea del oculocentrismo hacia el diseño multisensorial, los cuales son complementarios.

Aportes contemporáneos

La Teoría del Espacio Existencial se alinea con los postulados de la cognición encorporizada (Varela, 1991) que surgió 11 años después. En ambas, se comprende la percepción espacial como un fenómeno que emerge de la interacción entre cuerpo, mente y entorno. En este marco, los elementos arquitectónicos no son neutros ni meramente funcionales: configuran modos de habitar, sentir y relacionarse con el espacio. De ahí que su análisis implique una lectura empática, donde lo simbólico y lo sensorial se articulan en la experiencia vital del ser humano.

Más recientemente, el estudio del ser humano y su entorno se ha revolucionado desde la Neuroarquitectura, que es la disciplina que aplica métodos de la Neurociencia al estudio del impacto de los entornos construidos en las personas (Linares Millán & Higuera Trujillo, 2023), como la actividad cerebral y las emociones, en complemento con la Psicología Ambiental que se enfoca en el comportamiento humano (Universidad de Barcelona, 2024). Bajo estos enfoques, se ha confirmado que la calidad del espacio habitado afecta directamente el bienestar de las personas como en la salud mental, los niveles de estrés, la sociabilidad y las capacidades cognitivas (Sternberg, 2010; Mallgrave, 2011).

En este sentido, se evidencia la urgencia de consolidar herramientas que permitan el enfoque hacia la empatía y la otredad. La dimensión empática del análisis espacial no solo permite entender la arquitectura desde la percepción simbólica o cultural, sino también desde sus efectos fisiológicos, emocionales, cognitivos, psicológicos y sociales. Ya no solo se trata del estudio topológico del entorno o elementos como la luz natural, la conexión visual hacia elementos naturales, la escala humana, la textura de los materiales o la configuración del recorrido, sino de su estudio en conjunto, como sistema. Esta integración perceptual y somática ha sido explorada por autores como Juhani Pallasmaa (2022), quien señala que la arquitectura significativa es aquella que se experimenta con todo el cuerpo.

Desde esta perspectiva, la organización espacial se puede entender como una estructura que apoya la regulación emocional mediante estrategias como la orientación visual, la simetría que genera orden y tranquilidad, o la diferenciación clara de regiones funcionales que facilita la legibilidad del espacio. Estos aspectos, si bien son interpretados en esta investigación bajo la topología de Norberg-Schulz, encuentran también correlato en hallazgos neurocientíficos y psicológicos.

Así, aplicar una lectura empática del espacio implica considerar simultáneamente los significados simbólicos y los efectos neurofisiológicos de la arquitectura. Esta articulación metodológica contribuye a una comprensión más integral del habitar, y posiciona a la Teoría del Espacio Existencial como una herramienta vigente en el diálogo entre filosofía, diseño y ciencia.

METODOLOGÍA

Esta investigación adopta una metodología cualitativa de tipo documental, comparativo y observacional. Se decide realizar un análisis diagramático, guiado por los principios de la Teoría del Espacio Existencial. Se decide utilizar como guía el método explicativo adaptado de Vega Ochoa (2020), en lo que respecta a utilizar tres pasos. Se parte de una justificación para posteriormente realizar una descripción, como en este caso, una articulación teórica y un análisis para obtener resultados o aportaciones. Por lo que se definen las etapas del método para esta investigación de la siguiente manera:

1. **Contextualización:** justificación de la selección de la obra a analizar, las características del proyecto, del sitio y los antecedentes de los proyectistas. Se utilizará un reporte fotográfico y satelital.
2. **Articulación teórica:** con base en la Teoría de Norberg-Schulz se generó una matriz con simbología de los elementos topológicos a mapear.
3. **Análisis diagramático y resultados** mediante la interpretación de la diagramación previa sobre los planos del proyecto, se identificaron patrones espaciales coherentes con las categorías topológicas.

Desarrollo

Contextualización

a) Justificación

Se seleccionó a la oficina de arquitectura Módica Ledezma, con sede en la Ciudad de México, por ser un despacho mexicano cuyo objetivo, en términos de su página web, es dar “soluciones prácticas que enriquezcan la **experiencia de habitar**...Un sistema de trabajo enfocado al detalle arquitectónico en sintonía con la ingeniería a favor de la generación de ambientes **que estimulen los sentidos**” (Módica Ledezma, s.f.). Al exponer su objetivo como oficina de arquitectura, es claro que se enfoca en dos ejes

esenciales para la experiencia en la arquitectura, por lo que resulta muy enriquecedor analizar alguna de las obras en las que han participado. Por otro lado, se buscó desarrollar el análisis respecto de una casa habitación porque Norberg-Schulz la identifica como el lugar más importante para el existir de las personas (1980.) En particular, la casa La Peña fue propuesta por el despacho de arquitectura por poder visitarla y considerarla como un proyecto representativo enfocado en la experiencia del habitador.

b) Características del sitio

La obra se encuentra enclavada en el área denominada La Peña, en Valle de Bravo, Estado de México. Para efectos de la normatividad en materia de imagen urbana, esta zona se clasifica como zona 3, residencial. Se encuentra rodeada del lago Valle de Bravo y al oriente colinda con la zona 2 o tradicional. La cual, a su vez, es colindante de la zona 1 Centro Histórico en términos del Reglamento de Imagen Urbana del Municipio de Valle de Bravo, Estado de México.

La topografía del terreno sobre el que se desarrolló la obra objeto de este análisis tiene una pendiente negativa pronunciada dada por las características montañosas de la zona como se muestra en la Figura 1.

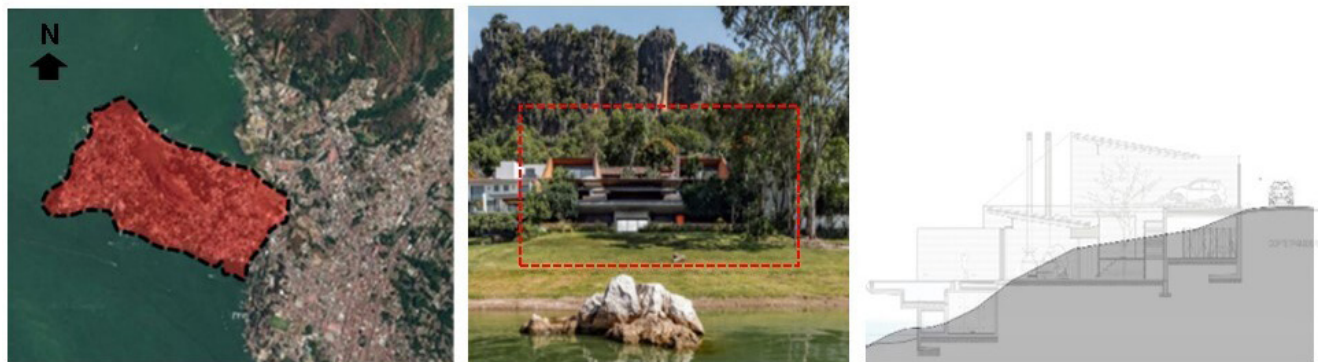


Figura 1. Ubicación del proyecto. Reproducida con permiso de la autora, Mondragón Ruiz (2023).

c) Características del proyecto

El proyecto fue desarrollado en el periodo 2017-2018 en un terreno con una superficie de 884.00 m2. Se divide en **planta de acceso;** **planta baja y planta de sótano** en un área de

desplante de 476.00 m2 que corresponde al 54% del total de la superficie del terreno y que se distribuyen de la manera en la que se muestra en la siguiente Figura 2:

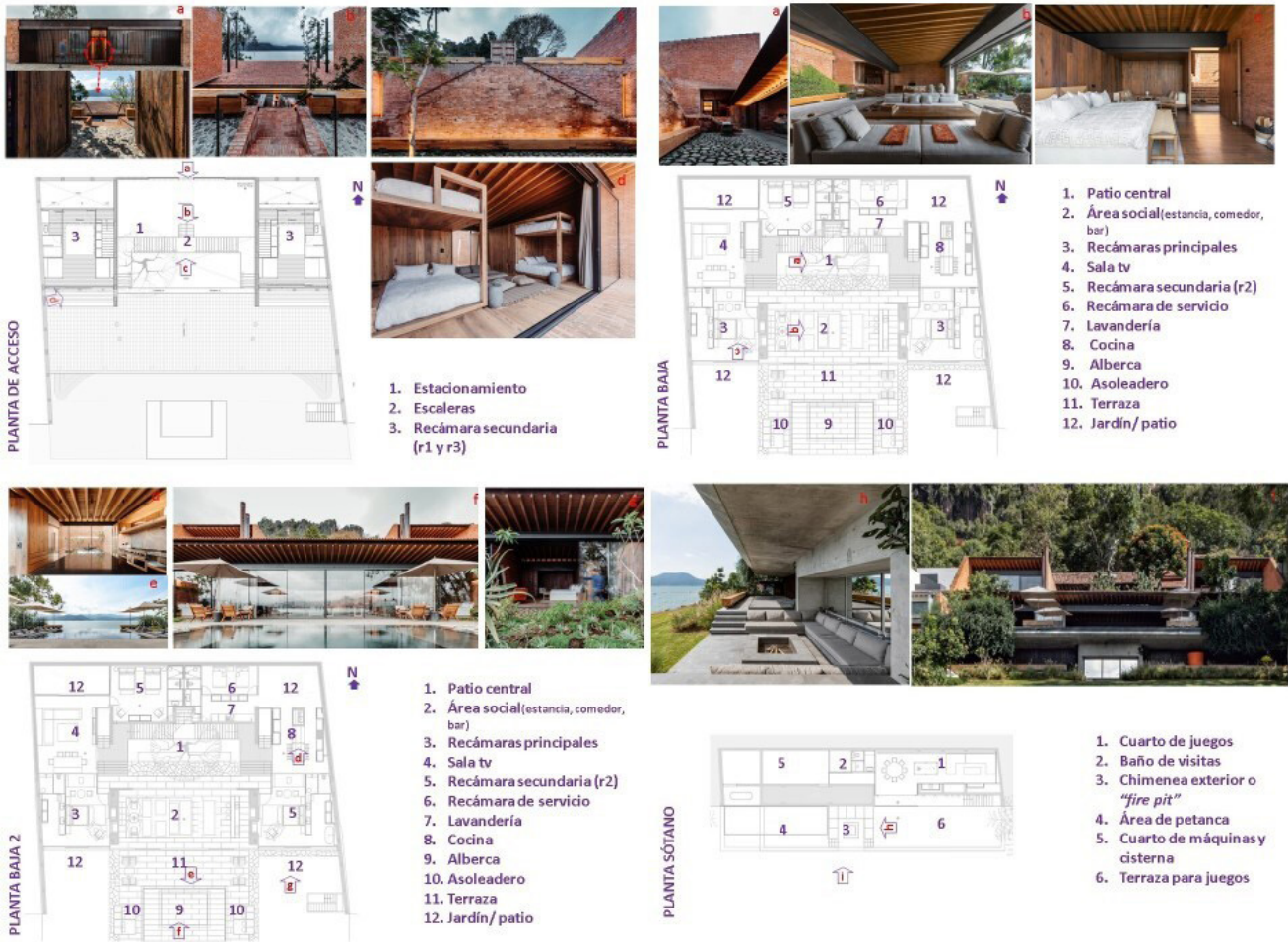


Figura 2. Distribución en plantas arquitectónicas de casa La Peña. Reproducida con permiso de la autora Mondragón Ruiz (2023).

d) Antecedentes de los proyectistas

Los socios fundadores de la oficina y los principales encargados del desarrollo conceptual de la proyección de lo arquitectónico son los arquitectos Héctor Módica y Carlos Ledezma.

Héctor Módica es mexicano, tiene formación profesional como arquitecto, egresado de la Universidad

Nacional Autónoma de México. Trabajó durante 14 años para el reconocido arquitecto mexicano Alberto Kalach (Módica Ledezma, s.f.). Carlos Ledezma es mexicano, tiene formación profesional como arquitecto, egresado del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. También colaboró para el arquitecto Alberto Kalach (Módica Ledezma, s.f.).

Articulación teórica

De la clasificación de los elementos esenciales del espacio existencial, propuesta por Norberg-Schulz, que denomina como topología y está basada en relaciones como proximidad separación, sucesión y clausura (interior-exterior) se genera la matriz topológica con su respectiva simbología en la siguiente Figura 3.






Matriz topológica de la Teoría del espacio existencial de Norberg-Schulz			
Espacio existencial	Espacio arquitectónico	Símbolo	Niveles
Centro/lugar	Lugar/nodo		1.Geográfico
			2.Paisaje rural o campiña
Dirección/camino	Camino/eje		3.Nivel urbano
			4.Casa
Área/región	Región/distrito		5.Cosas

Figura 3. Matriz topológica. Reproducida con permiso de la autora Mondragón Ruiz (2023).

Análisis diagramático y resultados

Con base en la matriz topológica generada previamente, se realizó un análisis diagramático topológico de los planos arquitectónicos de la Casa La Peña, con base en las categorías fundamentales de la Teoría del Espacio Existencial de Christian Norberg-Schulz: lugar, camino y región. El estudio se aplicó a los tres niveles del proyecto —planta de acceso, planta baja y planta de sótano— y a continuación se describen los principales hallazgos por nivel.

Planta de acceso

En este nivel, como consta en la Figura 4, se identificaron tres lugares claramente diferenciados: dos de ellos son techados y con abertura, mientras que el tercero se ubica al centro y es un lugar sin techar, pero con abertura, funcionando como umbral de ingreso. Los tres lugares se encuentran delimitados por regiones marcadas con líneas punteadas rojas, lo que indica su estructura espacial autónoma.

La orientación principal del conjunto es norte-sur, definida por los ejes representados en azul celeste, que guían el recorrido desde el acceso peatonal en la parte superior del plano hacia la zona abierta al sur, donde se encuentra el paisaje del lago. El camino vertical principal atraviesa el lugar sin techar, dirigiendo el tránsito hacia la circulación vertical (escalera), representada en el plano con un trazo punteado morado.

Las aberturas están representadas en color amarillo y se concentran hacia el sur en todos los espacios. El lugar central se abre completamente en esa dirección sur, generando una conexión visual directa con el paisaje. Hacia el norte, la abertura es parcial, ya que el acceso desde la calle está mediado por un portón semiabierto. Las aberturas de los lugares techados laterales presentan una simetría tanto en forma como en orientación, reforzando la axialidad del conjunto.

En cuanto a las regiones espaciales, se identificaron tres zonas delimitadas: dos corresponden a espacios

interiores con acceso al exterior en sus fachadas sur, y una tercera región central abierta que articula los caminos verticales y horizontales. Esta última funciona como un espacio de transición con una fuerte interacción entre los extremos norte y sur, aunque con predominancia de apertura hacia el sur, lo cual se corresponde con la intención de direccionar la experiencia del habitar hacia el paisaje natural.

El análisis topológico revela una organización simétrica, tanto en la distribución de los lugares como en sus proporciones y relaciones de apertura. Esta disposición confirma una intención proyectual orientada a equilibrar privacidad, apertura visual y jerarquía espacial, siguiendo los principios del habitar propuestos por Norberg-Schulz.

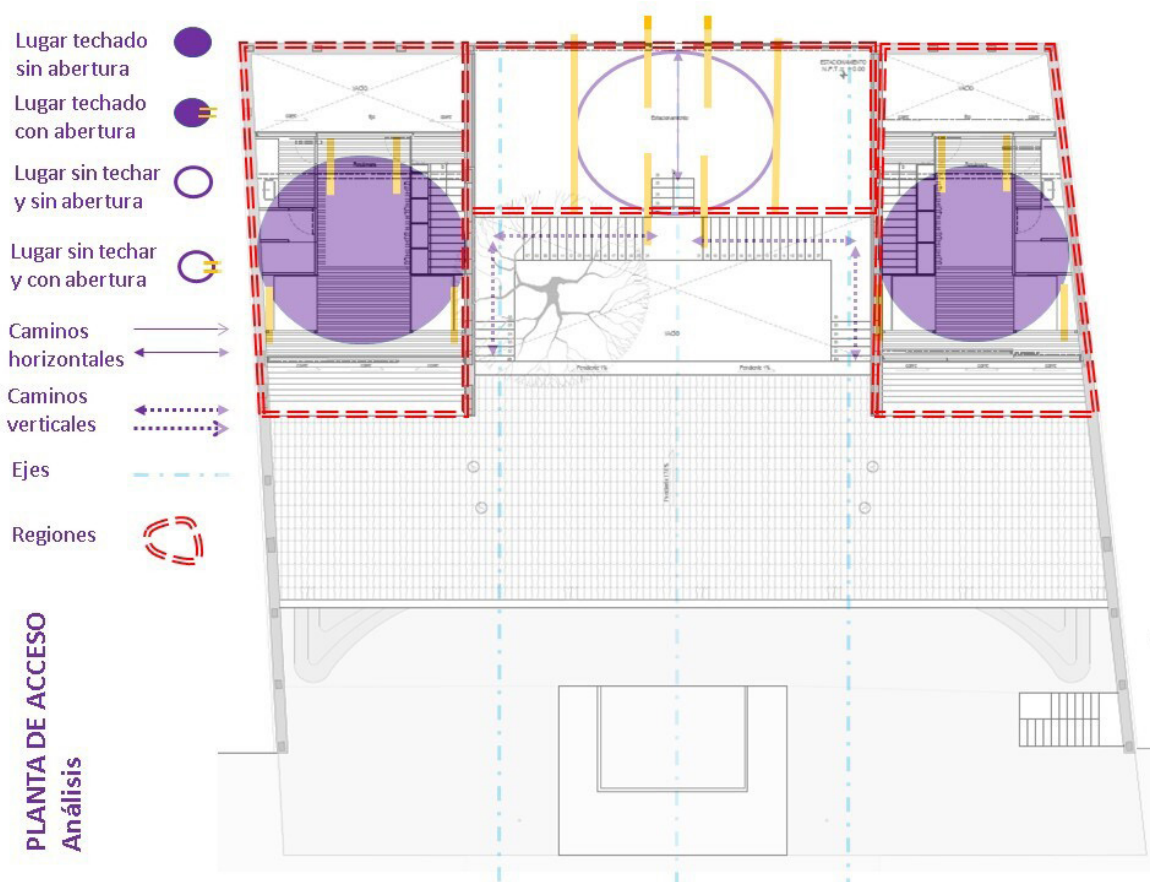


Figura 4. Análisis de planta de acceso. Plano base del archivo de Módica Ledezma. Reproducida con permiso de la autora Mondragón Ruiz (2023).

Planta Baja

Esta planta representa el nivel con mayor diversidad funcional y espacial del proyecto, articulando las zonas sociales, privadas y de transición, como consta en la Figura 5.

Se identificaron quince lugares, de los cuales ocho son techados (representados en círculos sólidos) y

siete sin techar (círculos delineados), todos distribuidos de manera equilibrada en relación con las tres regiones espaciales definidas por líneas punteadas rojas. Estas regiones delimitan áreas de función diferenciada: una región central de mayor tamaño y dos regiones laterales menores a cada costado.

La dirección principal del recorrido es norte-sur, guiada por los ejes verticales (líneas azul celeste) y los caminos verticales (flechas moradas punteadas), que conducen al habitante desde el ingreso superior hacia la vista del lago en el extremo inferior. Esta orientación refuerza una progresión sensorial hacia el paisaje natural. De forma complementaria, los caminos horizontales permiten atravesar lateralmente las distintas zonas, conectando las tres regiones.

Los lugares techados con abertura (círculos con línea y apertura amarilla) están distribuidos principalmente en las zonas privadas y sociales. Destaca el área central, conformada por una sala y un comedor, que se configura como un nodo espacial jerárquico con gran potencial de expansión hacia el exterior, gracias a su cancelería retráctil. Esta condición convierte a la región central en el corazón afectivo del proyecto.

Los lugares muestran una variedad de tamaños, claramente diferenciados en función de su uso: dormitorios, espacios sociales, servicios y patios. Esta jerarquización funcional se corresponde con la distribución topológica observada en los diagramas, donde

los espacios de mayor carga simbólica (como la sala principal) ocupan posiciones centrales y abiertas.

El plano también evidencia una simetría compositiva clara, especialmente en la relación de los espacios entre los laterales izquierdo y derecho. Esta simetría no solo se refleja en la ubicación, sino también en la proporción y en la distribución de las aberturas, que permiten la integración visual y física con el entorno exterior. Los lugares sin techar y con abertura, ubicados en los extremos y bordes de la planta, actúan como espacios de transición y contemplación, reforzando la continuidad entre el interior construido y el paisaje.

En conjunto, esta planta revela un diseño profundamente estructurado por relaciones topológicas coherentes, donde cada lugar y camino cumple una función dentro del equilibrio entre estructura, percepción y experiencia. La articulación de las regiones laterales con la región central, junto con la organización axial y la apertura hacia el sur, sustentan una experiencia del habitar integradora, que responde tanto a criterios formales como a cualidades existenciales del espacio.

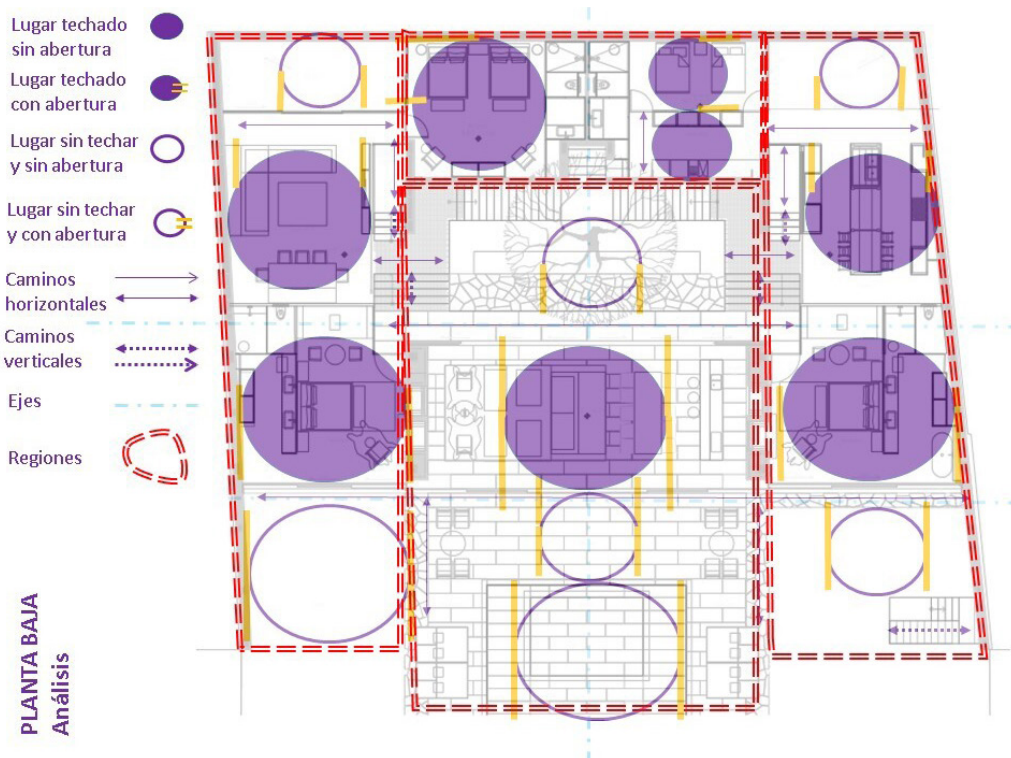


Figura 5. Análisis de planta baja. Plano base del archivo de Mónica Ledezma. Reproducida con permiso de la autora Mondragón Ruiz (2023).

Planta de sótano

Este nivel, aunque de menor jerarquía aparente que los anteriores, revela una organización espacial precisa que responde tanto a funciones operativas como a experiencias de transición y contemplación, como se lee en la Figura 6.

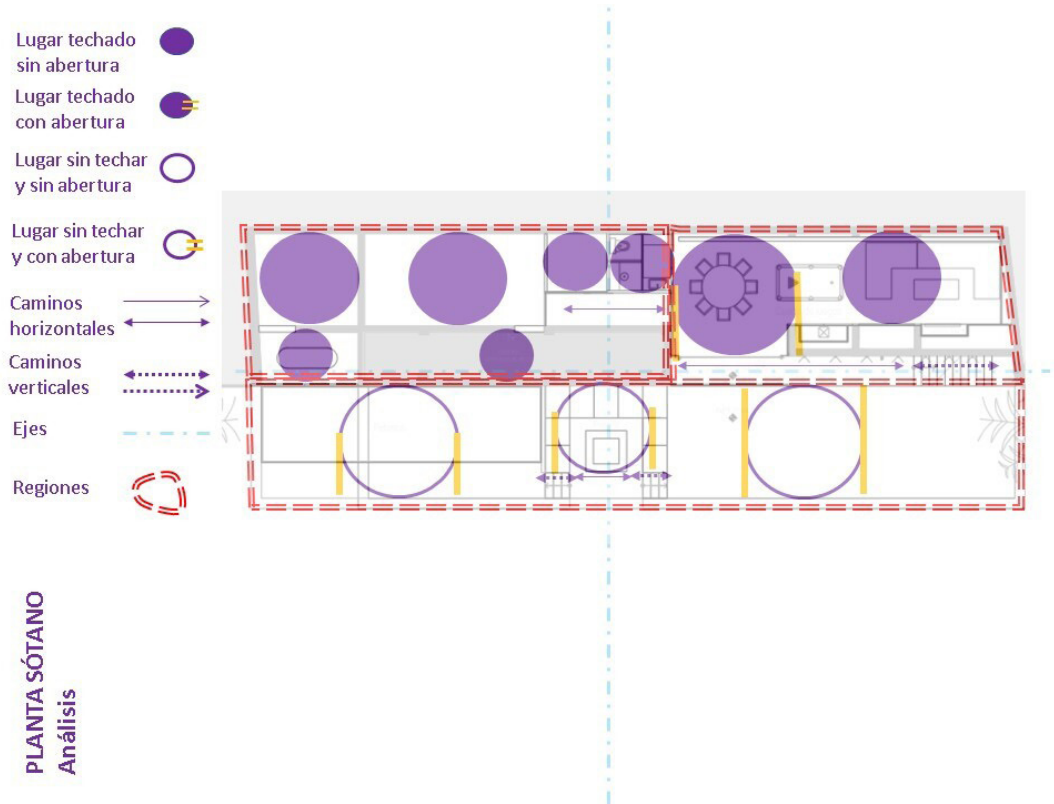
En esta planta se identificaron 6 lugares, y 5 áreas techadas de servicio. de los lugares 3 son techados y 3 sin techar. Los espacios se agrupan dentro de tres regiones claramente delimitadas: una región técnica o de servicios en el tercio superior izquierdo, que incluye espacios operativos sin abertura; una región interior pública en el centro, conectada con caminos horizontales y verticales, y una región exterior abierta hacia la parte inferior del plano.

La dirección predominante de los caminos en este nivel es horizontal (este-oeste), como lo indican las flechas lilas en el plano. Esto sugiere una circulación lineal que conecta transversalmente las áreas funcionales del sótano. También se identifican caminos verticales,

principalmente escaleras que permiten la conexión con los niveles superiores, lo cual asegura la continuidad del recorrido arquitectónico a lo largo del proyecto.

En cuanto a los ejes de composición, representados en azul celeste, se mantiene una alineación con los niveles superiores, lo que refuerza la idea de una estructuración vertical coherente en todo el conjunto. Este eje central también atraviesa el área de la chimenea, lo que le confiere una carga espacial y simbólica importante dentro de la organización del nivel.

Finalmente, la planta de sótano muestra una simetría interna destacada, tanto en la disposición de los espacios como en la relación entre los lugares techados y abiertos. Esta simetría, junto con la progresión de caminos y la jerarquía de regiones, confirma que el diseño del sótano no se limita a lo técnico, sino que también contribuye a la experiencia sensorial y emocional del habitar, aunque desde un lenguaje espacial más contenido y protegido.



PLANTA SÓTANO
Análisis

Figura 6. Análisis de planta sótano. Plano base del archivo de Mónica Ledezma. Reproducida con permiso de la autora Mondragón Ruiz (2023).

COMPENDIO DE LOS RESULTADOS

En la planta de acceso, la disposición de tres lugares principales —dos techados y uno abierto— en eje norte-sur, junto con las aberturas hacia el sur enmarcando el lago, configura un umbral simbólico que introduce al habitante en una secuencia espacial orientada y visualmente vinculada con el entorno natural. Esta capa liminar de acceso sugiere ya una arquitectura que regula la transición entre exposición pública y privacidad íntima.

La planta baja, nivel central del proyecto, evidencia la mayor complejidad y carga simbólica. La región social, dispuesta en el centro del plano, se articula como nodo afectivo y región dominante, con fuerte capacidad de expansión hacia el exterior mediante cancelería móvil. Las regiones laterales, más contenidas, complementan esta centralidad con funciones privadas. La organización simétrica, la jerarquización de lugares según su escala y la continuidad de recorridos horizontales y verticales muestran una propuesta proyectual sensible al cuerpo, la percepción y el habitar cotidiano.

El sótano, por su parte, aunque más cerrado y funcional, mantiene la lógica de la organización topológica. Se identificaron tres regiones funcionales —de servicios, pública interior y pública exterior—, entre las cuales destaca el área de la chimenea como un nodo simbólico que articula el espacio exterior inferior. La disposición este-oeste de los caminos y la simetría general del plano refuerzan la coherencia formal del conjunto y confirman que incluso los espacios de apoyo se integran a la experiencia global de la vivienda.

REFLEXIONES Y DISCUSIÓN

La aplicación de la Teoría del Espacio Existencial al caso de estudio de la Casa La Peña permitió interpretar el espacio arquitectónico a partir de las categorías topológicas de lugar, camino y región, revelando una estructura espacial coherente con los principios fenomenológicos del habitar. El análisis diagramático realizado sobre las plantas arquitectónicas mostró cómo los elementos compositivos —simetría, jerarquía, ejes de recorrido, aberturas y relaciones entre interior y exterior— generan condiciones sensibles para la orientación, la intimidad y la apertura sensorial.

Los hallazgos derivados del análisis confirman los postulados de Norberg-Schulz sobre el equilibrio dinámico entre lugares, caminos y regiones. Aunque la teoría no establece proporciones numéricas, los diagramas mostraron una organización cercana al 50% entre espacios techados y abiertos, lo que evidencia una armonía proyectual entre interioridad, paisaje y estructura simbólica. En este sentido, la Casa La Peña se presenta como un ejemplo contemporáneo cuyas características responden a una manera de habitar que valoran tanto la forma edilicia como su capacidad de resonancia psicoemocional y ambiental.

Por otro lado, este estudio también refuerza el valor pedagógico y proyectual del análisis diagramático desde enfoques más sensibles. Por ejemplo: al traducir conceptos teóricos existenciales complejos en representaciones gráficas aplicadas a la arquitectura, se fortalece la capacidad crítica para leerla e interpretarla desde la posible experiencia del habitante. Esta perspectiva, no solo enriquece el proceso de análisis, sino que también cuestiona los fundamentos pedagógicos actuales, abriendo la posibilidad para repensar las metodologías de diseño que siguen privilegiando la función, la objetividad técnica o la formalización conceptual desligada del cuerpo y de la experiencia.

Este giro metodológico representa también un reto para la enseñanza de la arquitectura, pues implica una modificación estructural en la formación tanto de docentes como de estudiantes. Por lo anterior, es indispensable integrar nuevas herramientas pedagógicas, marcos epistemológicos y posicionamientos ideológicos que reconozcan la arquitectura como un medio de significación, relación y cuidado. En este sentido, el análisis diagramático desde perspectivas empáticas no solo es un recurso técnico, sino una vía para reivindicar el sentido humano, sensible y ético de la arquitectura en los procesos educativos contemporáneos.

Entre las limitaciones se encuentra la naturaleza bidimensional del análisis, basado únicamente en planos arquitectónicos. Esto restringe la comprensión del espacio tridimensional y sus cualidades fenomenológicas in situ. Asimismo, algunas categorías teóricas carecen de definiciones operativas precisas, lo que puede generar ambigüedad en su aplicación analítica.

Por ello, se sugiere complementar este enfoque con herramientas de la neuroarquitectura, la psicología ambiental, estudios etnográficos y análisis ocupacionales para validar y enriquecer los hallazgos.

En suma, la Teoría del Espacio Existencial se confirma como una herramienta metodológica valiosa para analizar la arquitectura desde una perspectiva sensible, simbólica y centrada en el habitante. Su aplicación al caso de la Casa La Peña permitió identificar intenciones proyectuales ligadas a la percepción, la orientación, el equilibrio compositivo y la relación emocional con el entorno. A futuro, se recomienda continuar con su exploración y adaptación, considerando nuevas variables cognitivas, ambientales y afectivas que enriquezcan su alcance y pertinencia, **con el fin de consolidar herramientas analíticas y proyectuales orientadas a una arquitectura más emotiva, empática y experiencial.**

Referencias

Linares Millán, C., & Higuera Trujillo, J. L. (2023, abril 18). Neuroarquitectura: El estudio y el diseño emocional del espacio [Video]. Espacio Fundación Telefónica Madrid. <https://www.youtube.com/watch?v=1I-QzGeye9U>

Universitat de Barcelona. (2024, mayo 30). Psicología ambiental: Elementos básicos. http://www.ub.edu/psicologia_ambiental/unidad-1-tema-1-4

Mallgrave, H. F. (2011). *The architect's brain: Neuroscience, creativity, and architecture*. Wiley-Blackwell.

Módica Ledezma. (s.f.). Contacto. <https://www.modicaledezma.com/contacto>

Mondragón Ruiz, B. V. (2023). Una vivencia en la casa La Peña, Valle de Bravo, Estado de México, México: La forma edilicia como posibilidad para una experiencia arquitectónica extraordinaria [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/una-vivencia-en-la-casa-la-pena-valle-de-bravo-estado-de-mexico-mexi->

[co-la-forma-edilicia-como-posibilidad-para-una-experi-3651110](https://repositorio.unam.mx/contenidos/una-vivencia-en-la-casa-la-pena-valle-de-bravo-estado-de-mexico-mexi-co-la-forma-edilicia-como-posibilidad-para-una-experi-3651110)

Montaner, J. M. (1999). *Después del movimiento moderno. Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX*. Gustavo Gili.

Norberg-Schulz, C. (1980). *Existencia, espacio y arquitectura*. Gustavo Gili

Pallasmaa, J. (2016). *The eyes of the skin: Architecture and the senses* (3rd ed.). Wiley.

Sternberg, E. M. (2010). *Healing spaces: The science of place and well-being*. Harvard University Press.

Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT Press.

Vega Ochoa, A. (2020). Teoría, historia y crítica de la arquitectura: Bases conceptuales y de interpretación de la formación y práctica profesional. Ponencia inédita, Facultad de Arquitectura, UNAM.

Bettina Valeria Mondragón Ruiz

Bettina Valeria Mondragón Ruiz es arquitecta y maestra en Diseño Arquitectónico por la UNAM. Actualmente cursa el doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño, con un enfoque en neuroarquitectura, percepción y experiencia sensible. Su trabajo combina investigación académica y práctica profesional, con énfasis en el diseño emocional y la fenomenología del espacio. Es docente en nivel superior, conferencista, consultora y desarrolla proyectos arquitectónicos centrados en la articulación entre arquitectura, empatía, cuerpo, emociones y entorno.



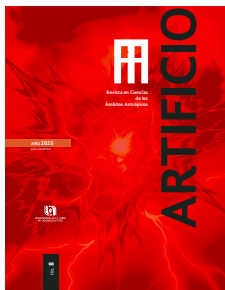
Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *No transformar o modificar el material.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.

Núm. 8 (2025) periodo julio-diciembre

e-ISSN
2992-7463

Site

[https://revistas.uaa.mx/
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



Diseño gráfico y fábrica visual, el poder de la comunicación visual en la industria

Mónica Susana De La Barrera Medina

ORCID: 0000-0003-0089-0587

monica.delabarrera@edu.uaa.mx

Received: 2025-08-29

Accepted: 2025-09-06

Cómo citar este trabajo. *How to cite this paper.*

De la Barrera Medina, M. S. (2025). Reseña: Diseño gráfico y fábrica visual, el poder de la comunicación visual en la industria. *Artificio* (8), eRes.0801, 45-48.

Reseña de libros.

Diseño gráfico y fábrica visual, el poder de la comunicación visual en la industria

Mónica Susana De la Barrera Medina

Una fábrica es un espacio en el que se produce un bien o un servicio, generalmente cambiando materias primas en productos terminados, es decir esta presente la transformación, por lo que el termino fábrica visual, conlleva a plantearse la transformación de ideas pero a su vez enfatizando la necesidad de colocar información crítica justo donde se necesita, es un termino de manufactura que se refiere al uso de elementos visuales para transmitir información y datos en una fábrica, es decir describe cómo se transmiten los datos y la información en un entorno de fabricación.

El libro *“Diseño gráfico y fábrica visual, el poder de la comunicación visual en la industria”*, precisa esta interesante vinculación, porque por un lado sus autores son dos diseñadores gráficos que, desde finales de los ochentas fundan su agencia de diseño prestando servicios a distintas empresas, sorteando desafíos y experiencias, ya que el diseño gráfico en ese entonces apenas figuraba como algo importante en los espacios y sobre todo en la industria. Por otro lado, su enfoque académico en la actualidad y con estudios de posgrado, les permite proponer todo lo aprendido en un documento práctico para dar lugar a una propuesta inteligible.

En un total de siete capítulos en 150 páginas, los autores explican textualmente y con ilustraciones, las posibilidades de la comunicación visual en la industria, qué si bien no es un paso a paso, permite un seguimiento para comprender de forma muy clara lo que se requiere en el ámbito industrial. Por ejemplo, para aquellos que nunca han estado cercanos a los requerimientos del diseño interno de la industria y desconocen la importancia de la señalización, la jerarquía de la información y de la documentación visual de los procesos y procedimientos,

este texto les facilita ese acceso inmediato para adentrarse a lo que el diseño gráfico conlleva como tal en la industria. Si bien los autores lo comentan al inicio del libro, un detonante fundamental para realizar esta propuesta fue la necesidad de la comunicación visual efectiva durante la pandemia, ante el desafío de la colaboración entre los encargados de los diversos departamentos de una empresa que saben *que decir* y la de los diseñadores que saben *como decirlo*.

Una de las afirmaciones de este libro es que el diseño gráfico permite la mejora, implica retos y conlleva una gran responsabilidad y compromiso, generando un impacto en la sociedad, resaltando que el diseño de la información en la industria implica considerar la sostenibilidad, es decir asegurando las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, por ello puede considerarse como un texto de consulta no solo para los diseñadores, sino para las mismas empresas que todavía no consideran la importancia del diseño gráfico como eje para la visibilidad efectiva de la información que en resumen permite la mejora de la productividad, siempre y cuando se pongan en manos de expertos para guiarse de forma muy particular. Y en cuanto a los diseñadores, sean estudiantes o profesionales el libro abona como guía, evidenciando que no se trata de colocar información solo por cumplir o de ver al diseño como una herramienta de embellecimiento, sino como un sistema de comunicación integral.

Considerando que el tema es poco explorado y que si bien hay algunos textos para consultar la comunicación visual en los entornos industriales, este libro da lugar a visualizar muchas otras áreas en las que el diseño se hace presente y con fundamental importancia para el bienestar laboral.

Mónica Susana De La Barrera Medina

Doctora en Antropología Social por la Universidad Iberoamericana (UIA-CDMX); con maestría y mención honorífica en Diseño Gráfico por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Egresada de la Licenciatura en Diseño de la Comunicación Gráfica, por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Azcapotzalco). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNII. Profesora Investigadora Tiempo Completo (PTC) en el Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Perfil Deseable PRODEP. Forma parte de los Núcleos Académicos de posgrados PNPC de la UAA: Maestría en Planeación Urbana y Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *No transformar o modificar el material.